

Alba López Gómez
Diego Paniagua Padilla
Luis Ruiz Andrés



PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67 __ MONTREAL (CANADÁ) __ FREI OTTO / ROLF GUTBROD __ ARQUITECTURA TEXTIL __ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

DATOS DEL PROYECTO

ARQUITECTOS: Frei Otto + Rolf Gutbrod.

COMIENZO OBRA: Finales 1965

LUGAR: Montreal (Canada)

FIN OBRA: Abril 1967

ZONA CLIMÁTICA: Templada

ÁREA PARCELA: 10,000 m²

INGENIEROS: Leonhardt + Andrä

ÁREA CUBIERTA: 7,730 m²

GARDEN DESGING: Heinrich Raderschall

MÁXIMA ALTURA: 36 m

BUILDING ART: Kurt Martin + Arnold Bode

PESO TOTAL: 450 Toneladas

PROMOTOR: Federal Construction Department

COSTE TOTAL: 17.5 millones DM

CONTEXTO HISTÓRICO

Frei Otto fue el responsable del pabellón de exposiciones de la República Federal de Alemania, en la Exposición Universal de Montreal. Su edificio se componía por una red de cables tensionados coronados por membranas, llevando por primera vez sus experimentos en arquitectura liviana a la escena internacional. Esta realización fue galardonada en su año con el premio Pritzker, siendo el primero en recibir el premio a título póstumo.

(1)



(2)



(1) <http://design-insider.blogspot.com.es/2015/03/frei-otto-premio-pritzker-2015.html>

(2) <http://poulsommiddlehurst.com/frei-otto/>

CONTEXTO HISTÓRICO

El Pabellón Alemán fue parte de la demostración de arquitectura moderna en la Expo, Junto con la Biosfera de Fuller y Hábitat 67 de Safdie. Se enfocó en como el potencial tecnológico, la prefabricación y la producción en serie podían generar un nuevo enfoque humanitario dentro de la arquitectura. nunca desde ese entonces se ha visto el mundo un despliegue de arquitectura innovadora tan singularmente esperanzadora.

(3)



(4)



(3) <http://mariovasconez.blogspot.com.es/2012/12/canada-2-la-biosfera-de-montreal-nueva.html>

(4) <http://www.architravel.com/architravel/building/habitat-67/>

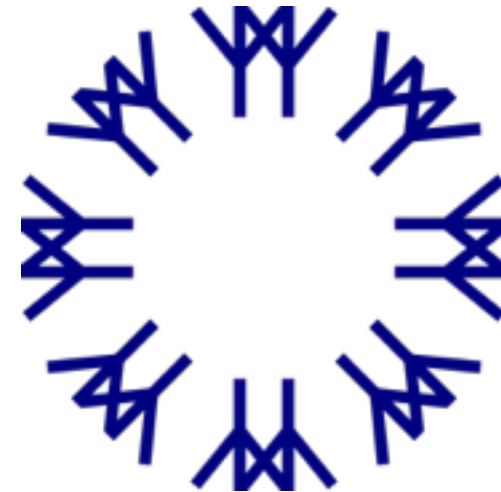
CONTEXTO HISTÓRICO

La Expo 67 o Exposición Universal de 1967 se realizó en la ciudad de Montreal (Canadá). La Expo 67 originalmente iba a tener lugar en Moscú, para conmemorar los 50 años de la Unión Soviética; pero en 1962 cambiaron de ideas y surgió de inmediato la candidatura de la ciudad de Montreal, que fue aceptada.

(5)



(6)



(5) http://www2.ville.montreal.qc.ca/archives/democratie/democratie_en/expo/democratisation/modernite-tradition/piece20/index.shtm

(6) https://en.wikipedia.org/wiki/Expo_67

SITUACIÓN

(7)



La parte principal del recinto de la Expo estaba localizada en la île Sainte-Hélène y en la Isla de Notre Dame. Exactamente el edificio de Otto Frei se encontraba en la isla de Notre Dame

(8)



(7) <https://www.google.es/maps/place/Montreal,+Quebec,+Canadá/@45.5500469,-73.6727646,12z/data>

(8) <http://www.westland.net/expo67/map-docs/expo67-ilenotredame-map.htm>

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

- El pabellón alemán contó con una gran malla de acero suspendida sobre ocho mástiles de acero, que estaban situados a intervalos irregulares y atirantados por cables de acero.
- Sobre esta estructura se colocó una tela de poliéster transparente sobre un techo de malla, creando una gran tienda de campaña.
- En varios puntos dentro del perímetro del pabellón, la superficie de la carpa cae al suelo como cavidades en forma de dramáticos embudos, sólo para después elevarse de nuevo a la altura los mástiles.

(9)



(10)



(9) <http://www.idealista.com/news/inmobiliario/internacional/2015/03/12/735405-estas-son-las-mejores-obras-de-frei-otto-ganador-del-nobel-de-arquitectura-un>

(10) <https://daiarchitecture.wordpress.com/2013/05/page/5/>

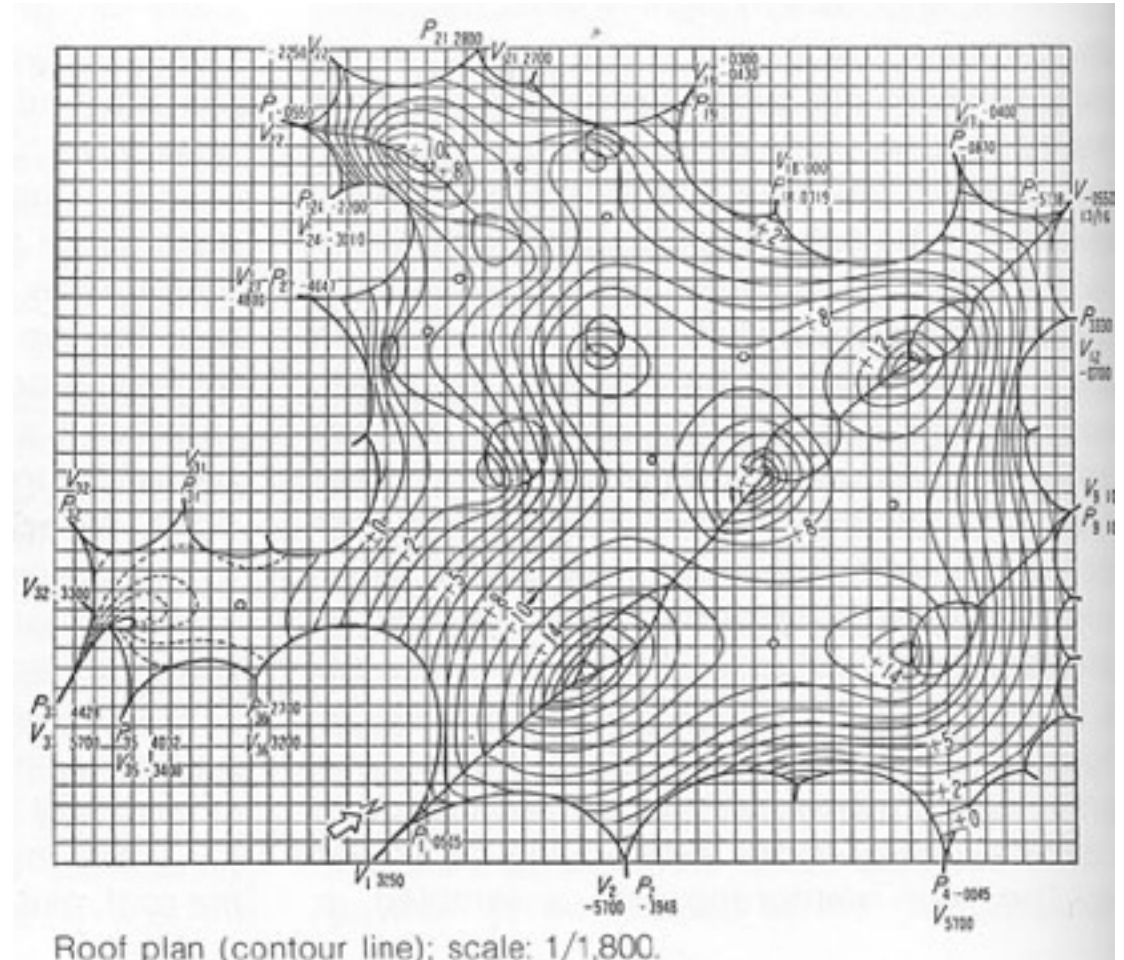
DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

- El sistema muy sofisticado y conceptualmente simple. Destaca su irregularidad y la libertad compositiva que permite una expresión sin límites de las formas.
- El pabellón era un reflejo de una gran carpa -la estructura más primitiva de la humanidad- pero tenía una belleza pura en sus movimientos, que el hombre, a pesar de todas sus máquinas y finos inventos, había rara vez logrado alcanzar.
- Logra una gran simplificación de los métodos tradicionales mediante un sistema de mástiles y cubiertas que valoran la rigidez y la permanencia. Una vez que había sido diseñado y prefabricado, el Pabellón de Alemania se montó en Montreal en tan sólo seis semanas, sólo para ser desmantelado poco después de la feria.

DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

(11)

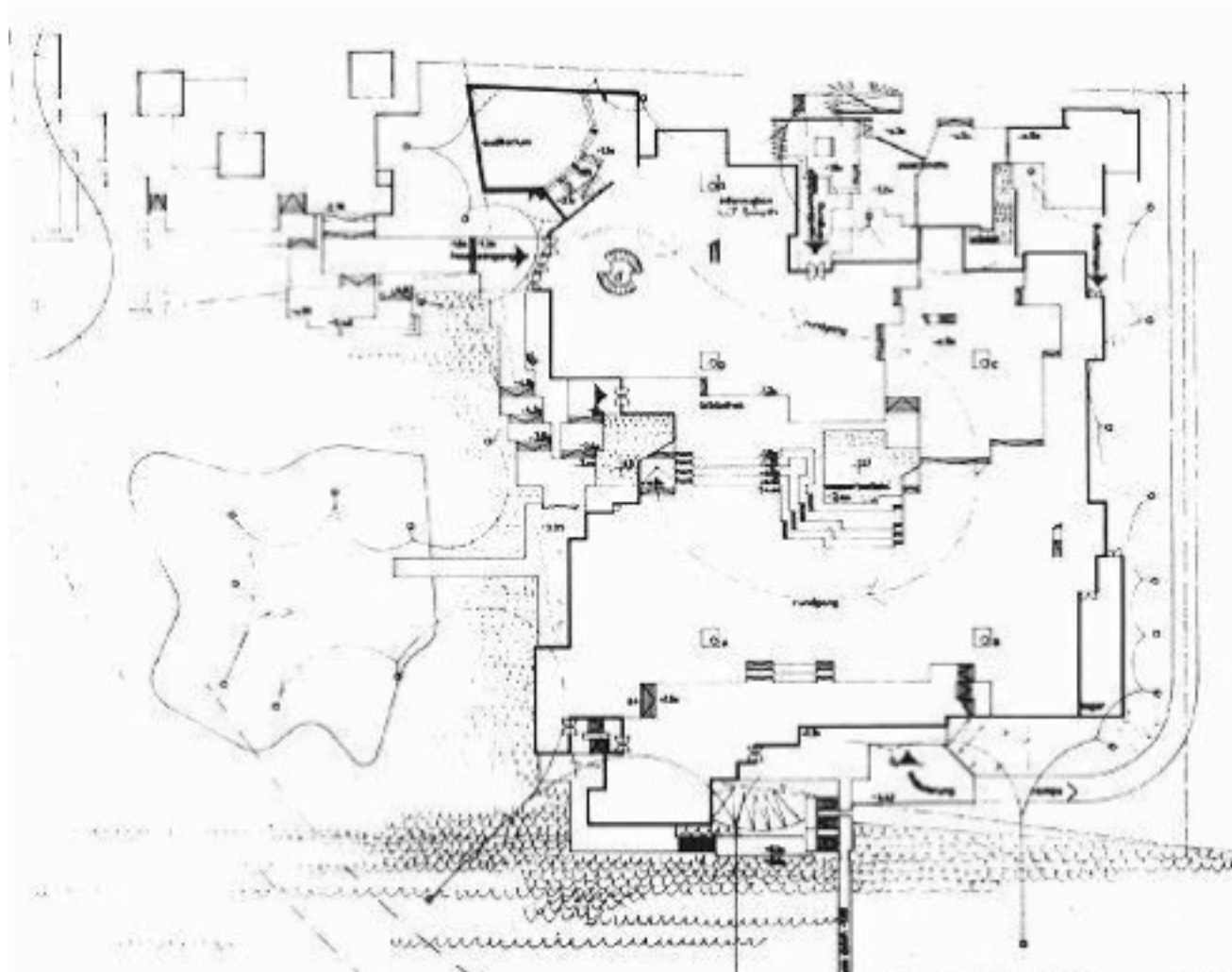
- El Pabellón poseía la capacidad de adaptarse a prácticamente cualquier condición de sitio y terreno.
- La complejidad topográfica del pabellón, se superó gracias a la adaptabilidad de las formas generadas simplemente mediante la conexión entre los puntos de suspensión y los anclajes. La forma refleja el estado de tensión entre las fuerzas en una membrana con la mínima interferencia artificial.



(11) <http://hdpixa.com/german+pavilion+expo+67?image=1130064556>

PLANIMETRÍA

(12)



NIVEL 1

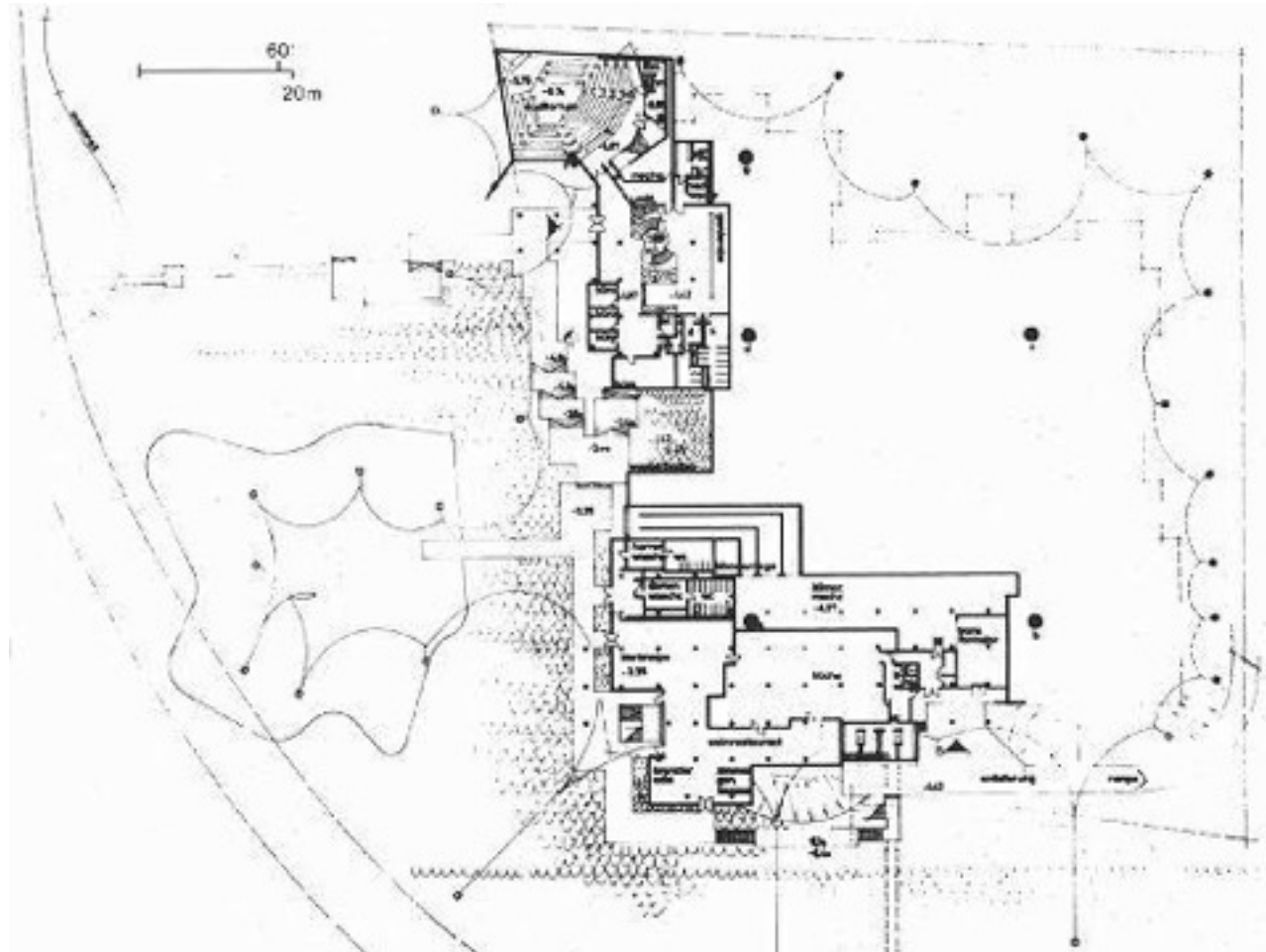
(12) <http://hdpixa.com/german+pavilion+expo+67?image=1130065980>

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67 __ MONTREAL (CANADÁ) __ FREI OTTO / ROLF GUTBROD __ ARQUITECTURA TEXTIL __ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PLANIMETRÍA

(13)



NIVEL 2

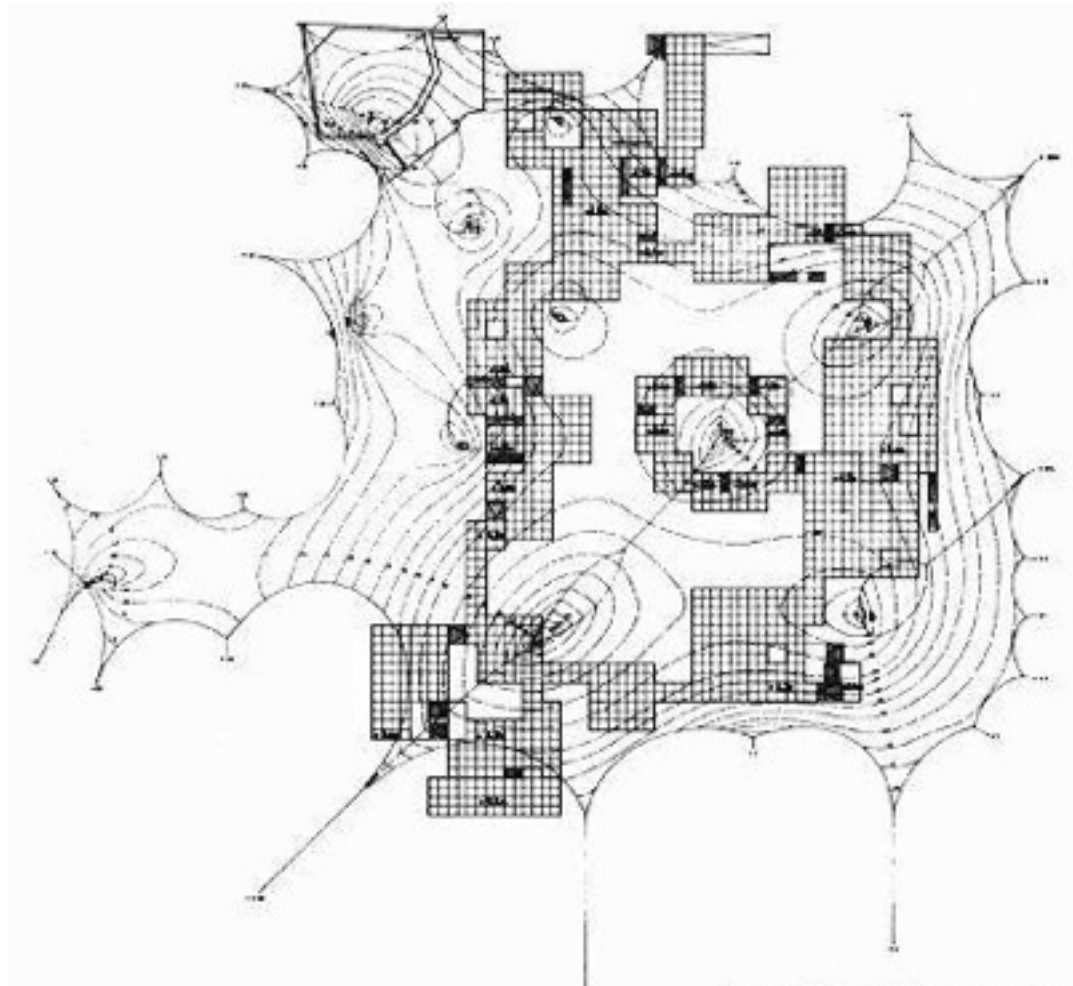
(13) <http://hdpixa.com/german+pavilion+expo+67?image=1130065639>

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67 __ MONTREAL (CANADÁ) __ FREI OTTO / ROLF GUTBROD __ ARQUITECTURA TEXTIL __ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PLANIMETRÍA

(14)

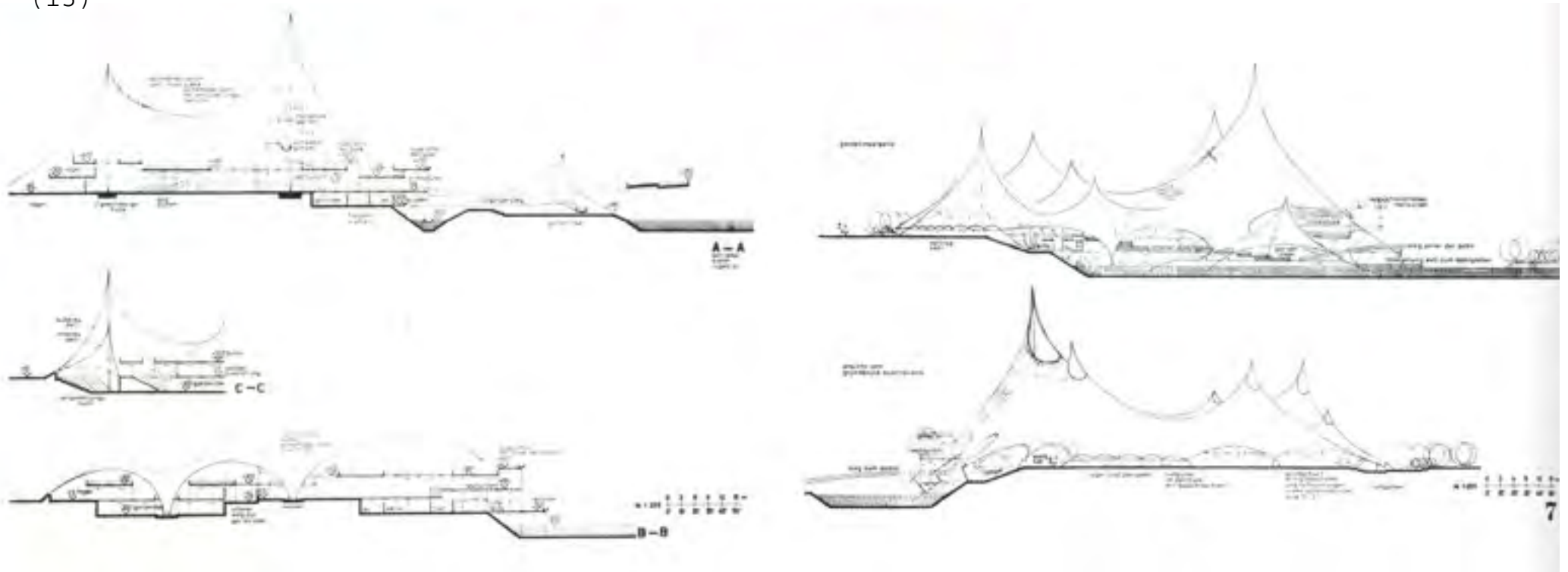


NIVEL 3

(14) <http://hdpixa.com/german+pavilion+expo+67?image=1130064556>

PLANIMETRÍA

(15)



ALZADOS Y SECCIONES

(15) Pabellón de la República Federal Alemana, Exposición Universal, Montreal, Canada: Frei Otto + Rolf Gutbrod

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- Las experiencias de Frei Otto durante la Segunda guerra Mundial fueron el origen de su fascinación por las estructuras tensadas y el uso minimalistas e intensivo de los recursos.
- Reclutado por el Luftwaffe como piloto, Otto fue capturado y encarcelado en un campo de prisioneros cerca de Chartres, Francia. Allí éste trabajó construyendo refugios 'tipo carpas' para los demás presos, utilizando los limitados materiales que se encontraban a su disposición.
- Arquitectura guiada por la optimización de los recursos, la inteligencia estructural y la construcción eficiente, fue gratamente recibido.
- Otto creía que sus cubiertas a tracción prometían una solución arquitectónica barata, duradera y de gran versatilidad. (16)



(16) <http://soldadosfortuna.blogspot.com.es/2013/05/uniformologia-8-poncho-zeltbahn-31.html>

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- Su diseño, radicalmente sencillo inspirado en las formas primitivas, desde las tiendas mongolas a las formas de asentamientos nómadas: **YURTAS**.
- La Yurta es desmontable y que se puede transportar fácilmente, una de sus características más llamativas es su forma cilíndrica.

(17)



(17) <https://es.wikipedia.org/wiki/Yurta>

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

- **Recubrimiento:** varias capas de paja y lonas de lana. Su número variaba dependiendo de la estación del año.
- **Anillo:** Agujero que se encontraba en la parte central superior de la tienda. Soportaba la carga del extremo de las vigas más hacia el interior.
- **Jana:** las paredes de la tienda y se formaban con un entramado de maderas. Se encargaban de soportar el peso del otro extremo de las vigas hacia el exterior, sin necesidad de usar cuerdas tensoras.
- **Vigas:** Daban una forma redondeada al techo. Se apoyaban sobre la parte superior del jana y se extendían hasta el anillo. Por la forma en que eran colocadas no requería de pilares de refuerzo en el centro de la vivienda, lo que otorgaba un mayor aprovechamiento del espacio interno.
- **Cortina:** Se ubicaba a cierta distancia de las paredes, colgada de las vigas. Su función era la de separar el espacio común del centro de las áreas privadas.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA ARQUITECTURA TEXTIL

INTRODUCCIÓN

Solución arquitectónica (de definición y envoltura de espacios habitables) que utiliza como material principal de estructura y cerramiento la tela

El tipo de material y sus capacidades mecánicas ofrecen un aprovechamiento máximo con respecto a su peso y una máxima economía con respecto a su costo

La **base fundamental** para la **estabilidad estructural** está en el mantenimiento de una **tensión de tracción** suficiente en **todos los puntos de la tela** (en todas sus direcciones). Para ello hay **dos opciones**:

1.- Aplicar un **esfuerzo uniforme y perpendicular** a la tela en todos los puntos que, al estar anclada en sus extremos, **se transforma en un esfuerzo tangencial** a la tela en cada punto que produce la tensión deseada

Ejemplo: **cubiertas hinchadas y soportadas** por aire. El esfuerzo perpendicular se consigue con sobrepresión de aire

2.- Alcanzar esa tracción a base de **tensor la tela por sus extremos en direcciones y sentidos opuestos**, incluso fuera del plano

Ejemplo: **telas colgadas o tensadas**. Emplean medios más tradicionales desde el punto de vista estructural y constructivo (mástiles, cables y tensores). Es el caso del pabellón alemán.

BREVE ANÁLISIS HISTÓRICO

Las estructuras colgadas son las más antiguas

Tiendas de pueblos nómadas



(18)

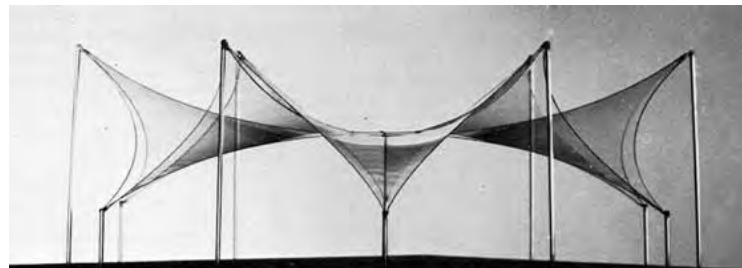
Jaimas de los pueblos del Magreb



(19)

Años 60. Irrupción de las soluciones de telas colgadas en Europa

Frei Otto. Evolución de las cubiertas de mallas de cables



(20)

(18,19) <http://faircompanies.com/news/view/10-abrigos-humanos-tradicionales-esencia-arquitectonica/>

(20) <http://www.floornature.es/arquitectos/biografia/frei-otto-46/>

PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL

Recordar la diferencia conceptual entre compresión y tracción

Compresión

Exige rigidez de conjunto; solidez de los materiales; luces relativamente cortas



MASA Y RIGIDEZ

Tracción

Permite flexibilidad del conjunto; desaparece la necesidad de masa, siempre que la sección sea suficiente



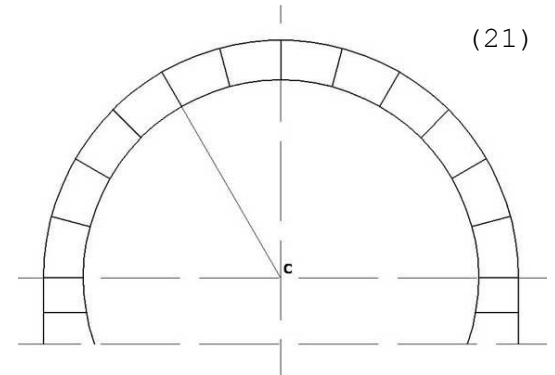
LIGEREZA Y FLEXIBILIDAD

Solución de cubierta de gran luz y mínimo canto posible

A compresión

Formas rígidas de sección circular o parabólica, grandes masas, curvatura sinclástica con concavidad hacia abajo.

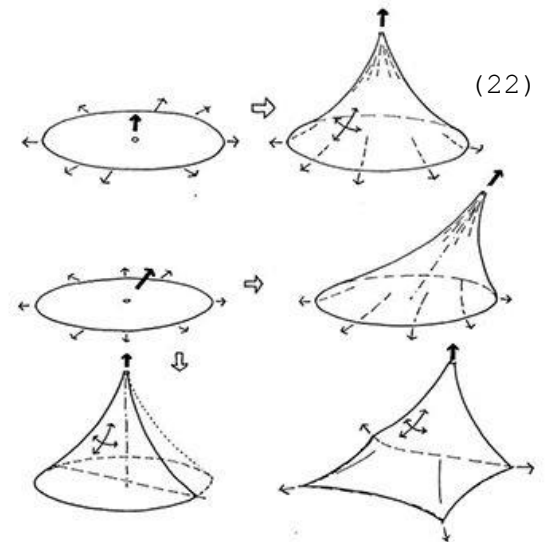
Obtenemos una **lámina**, al reducir su canto y curvatura, deberá resistir esfuerzos complementarios de flexión; lo que supone **complejidad**



A tracción

Formas flexibles, curvatura anticlástica, poca masa, incapaz de aceptar esfuerzos a compresión

Obtenemos una **membrana**, sostenida a tracción; lo que supone **simplicidad**

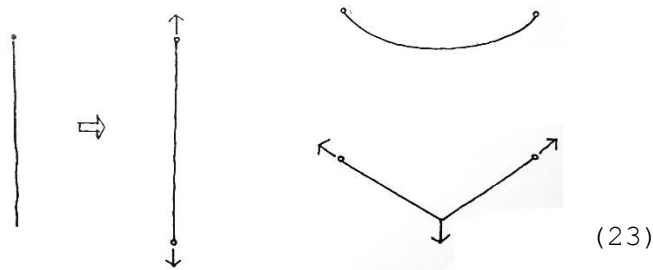


(21,22) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

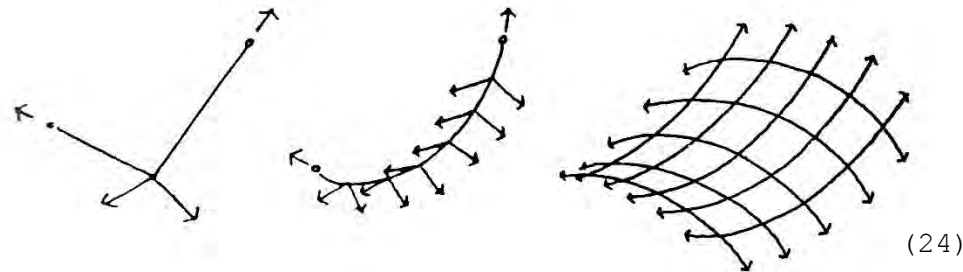
ESTABILIDAD DE LA TELA

Sólo sometiendo la tela a una tensión de tracción en, por lo menos, dos direcciones cruzadas, le daremos la estabilidad necesaria para que pueda cumplir el resto de sus funciones

*Estabilización del **cable** en su plano*



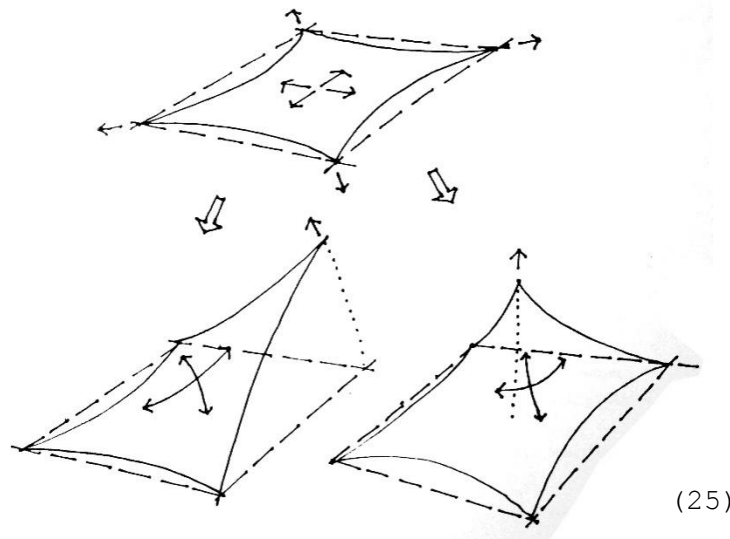
*Estabilización de la **familia de cables***



(23,24) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

La base de la estabilidad de las grandes superficies resueltas con membranas, como es el caso de las cubiertas textiles, es por un lado, la **anticlasticidad** y por el otro, la **doble tensión en sentidos opuestos**

Esa doble tensión en sentidos opuestos se obtiene por un procedimiento que se llama **pretensión**, que se infiere a la tela durante su montaje



Todas las partes de las membranas colgadas que queden planas o con curvatura **sinclástica**, resultarán **inestables** y presentarán **arrugas**

RESUMEN ESTABILIDAD ESTRUCTURAL

- 1.- Necesidad de una **tensión de tracción**, en todos los puntos y en distintas direcciones
- 2.- Necesidad de una **tensión permanente** en la membrana que nos obliga a introducir una **pretensión**
- 3.- **Curvatura anticlástica**, asegurando la tensión permanente en dos sentidos en cada punto

TIPOLOGÍA

Tres formas simples (superficies) con curvatura anticlástica

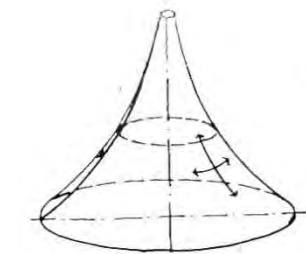
1.-Paraboloides de revolución (2 variantes según situación del eje)

1.1-Conoide

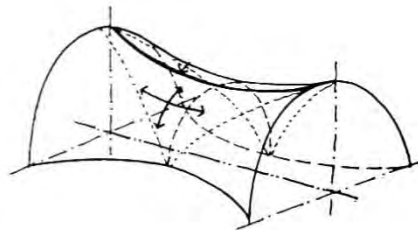
1.2-Paraboloides

2.-Paraboloides hiperbólicos

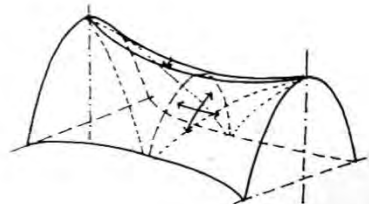
Vía geométrica



Conoide (26)

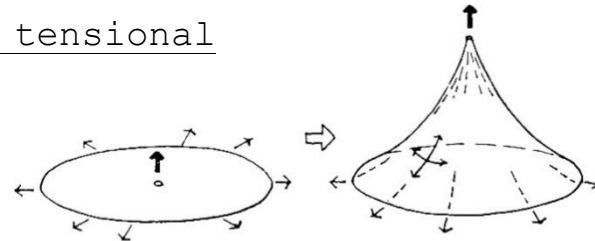


Paraboloides de revolución (27)

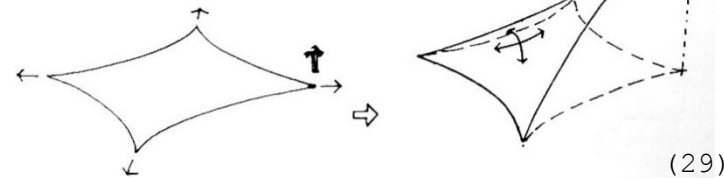


Paraboloides hiperbólico (28)

Vía tensional



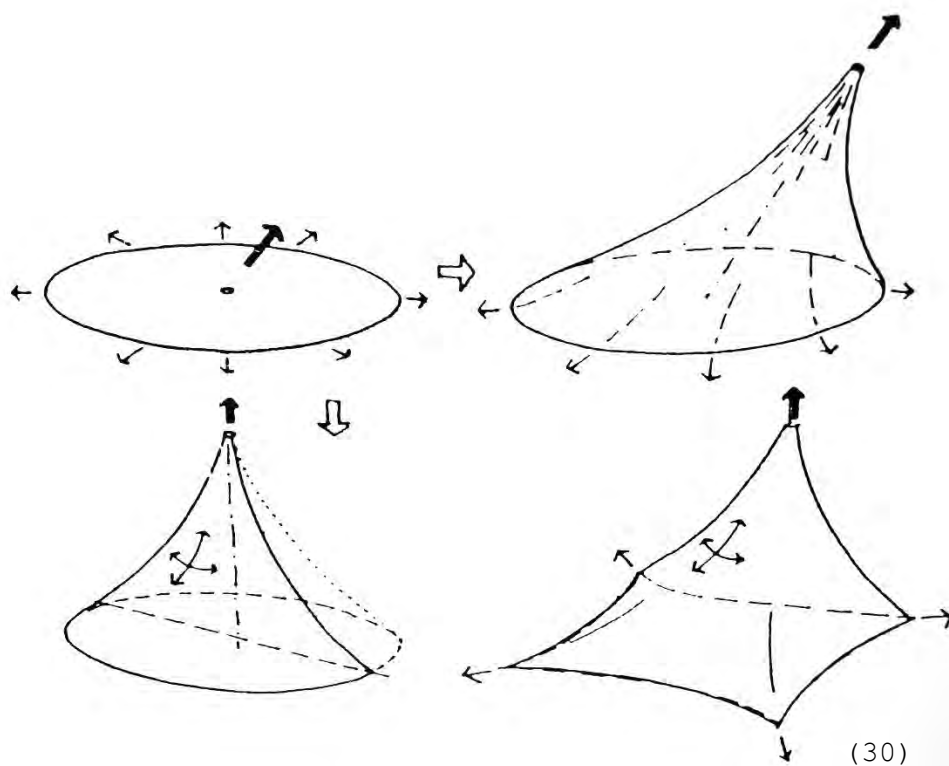
Conoide



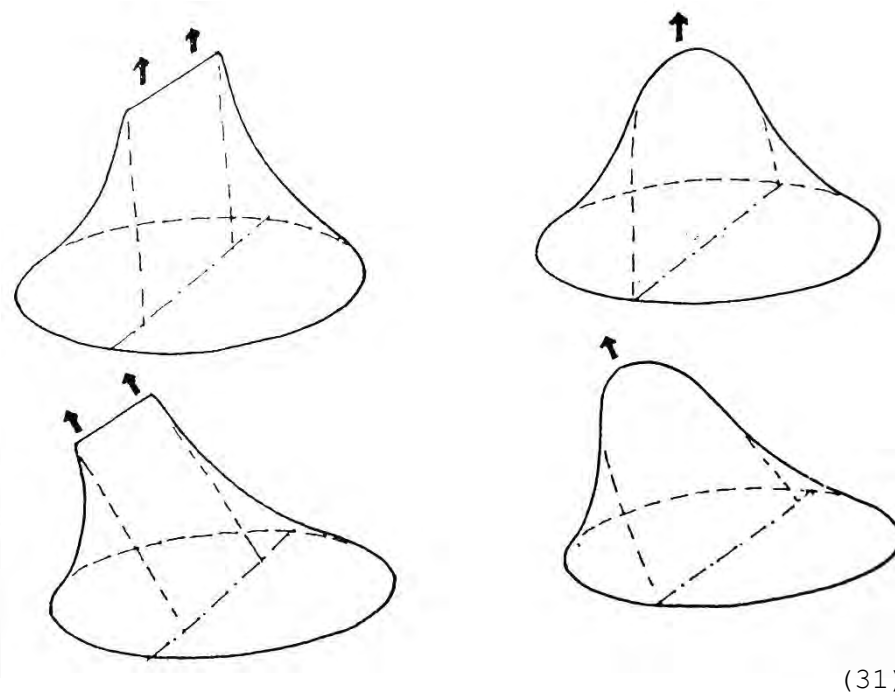
Paraboloides (29)

(26,27,28,29) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

VARIANTES DE LAS FORMAS LIBRES



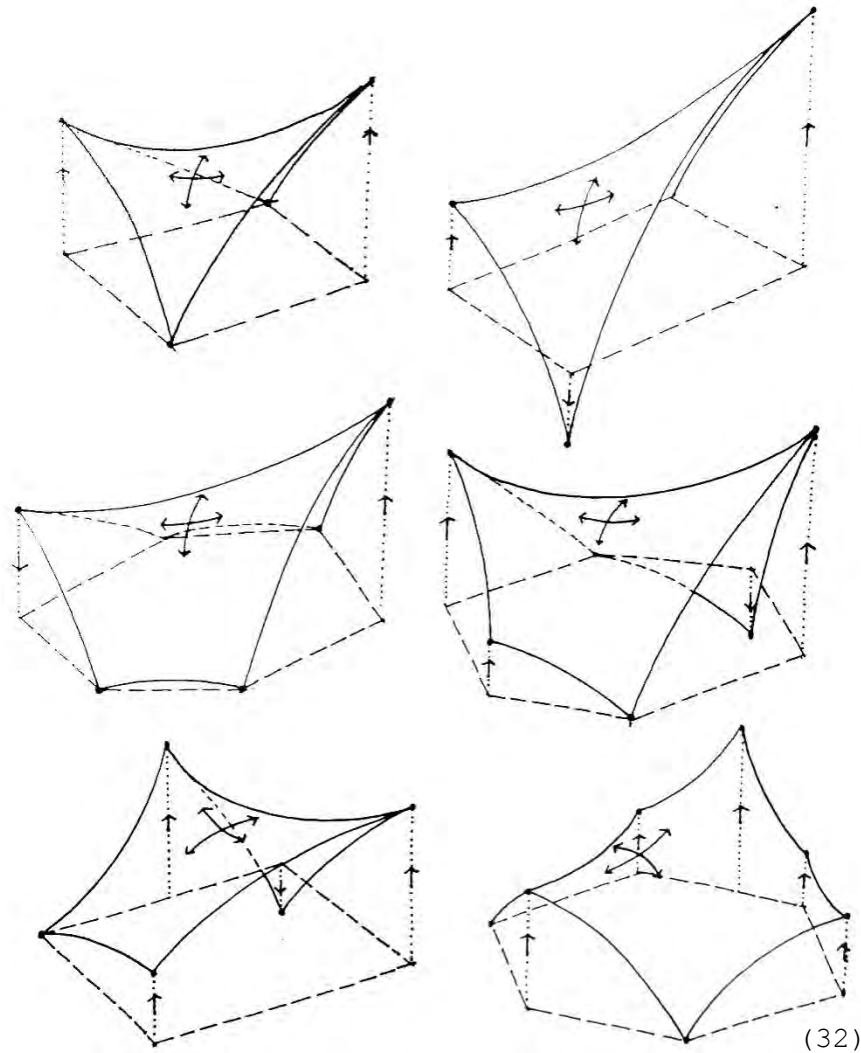
Conoides asimétricos y semiconoides



Conoides lineales

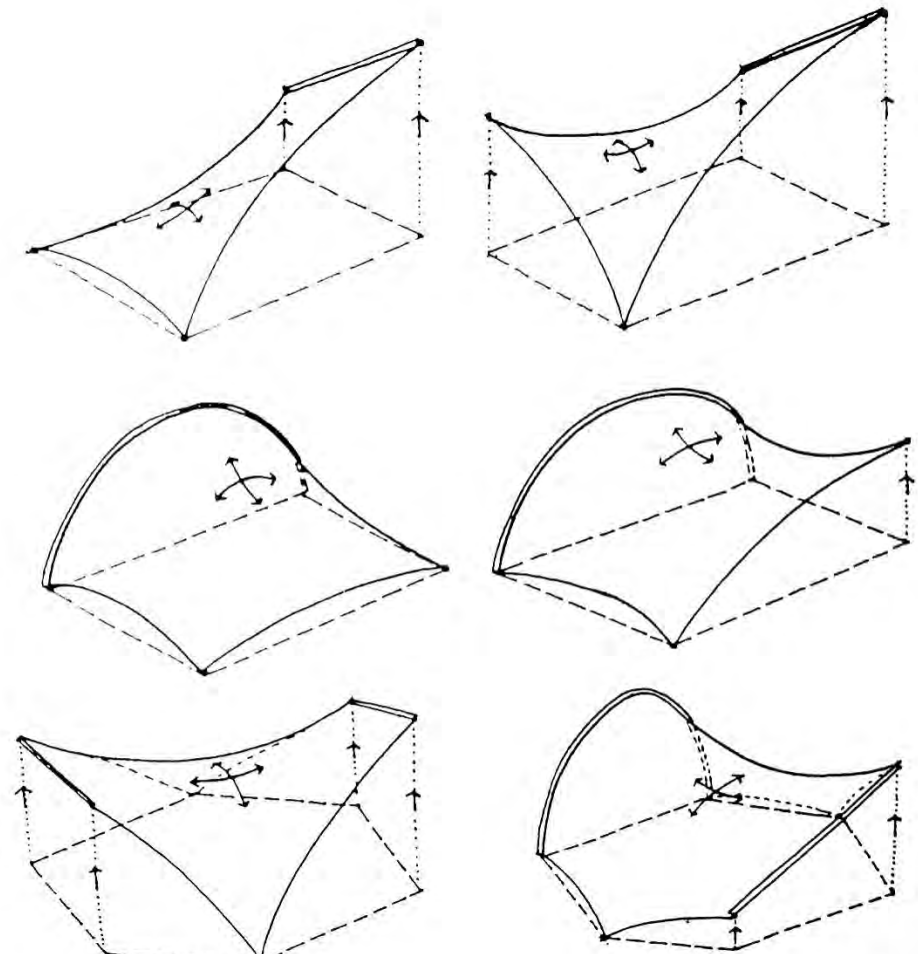
(30,31) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

Paraboloides hiperbólicos de base poligonal por deformación de puntos



(32)

Paraboloides hiperbólicos de base poligonal por elevación de líneas y mixtos

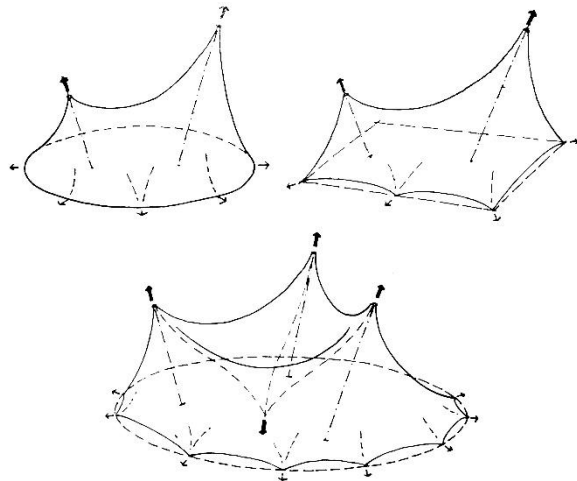


(33)

(32,33) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

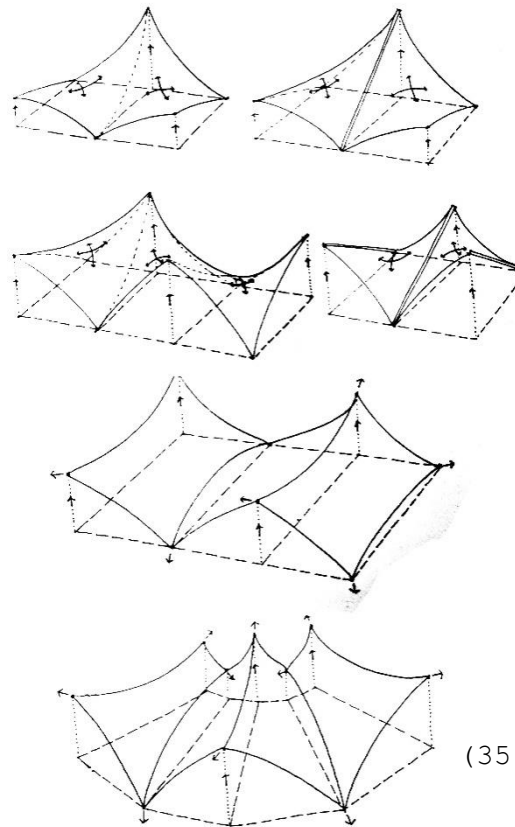
FORMAS COMPUESTAS

Combinación de conoides



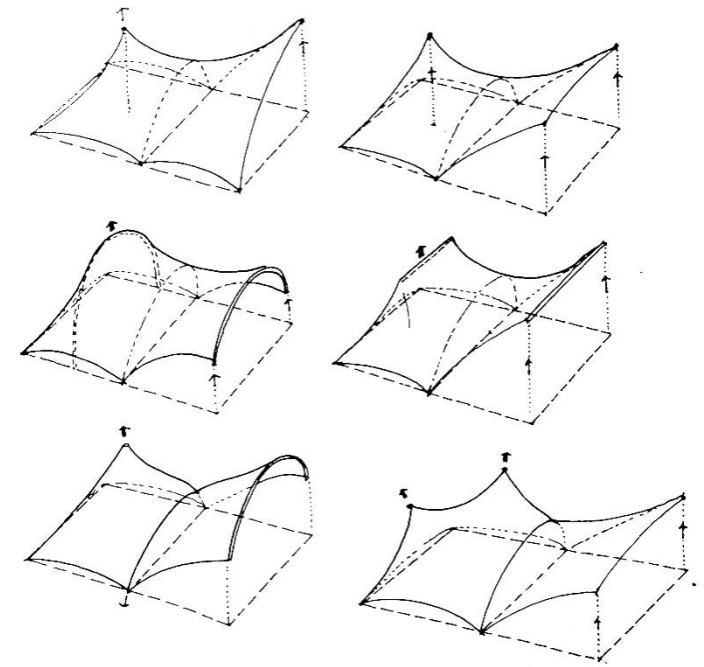
(34)

Combinación de paraboloides



(35)

Combinación de conoides y paraboloides con deformaciones puntuales y lineales



(36)

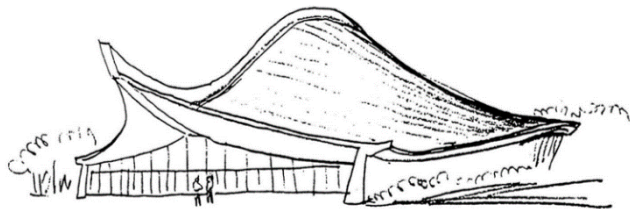
(34,35,36) Introducción a la arquitectura textil: cubiertas colgadas. Juan MonjoCarrió. COAM.

TENSADO ESTRUCTURAL

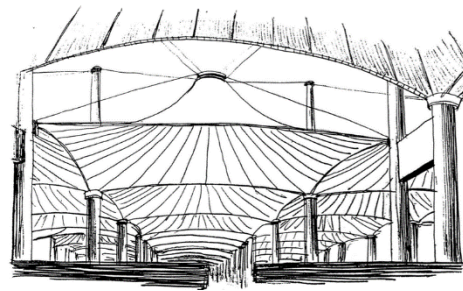
Constituidas fundamentalmente por materiales con **rigidez a tracción**

Elementos como **mástiles y vigas** sufrirán acciones de **compresión**

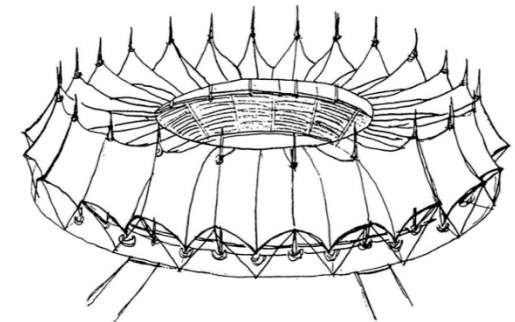
Breve historia



37. Pista de Hockey. Universidad de Yale Newhaven 1958



38. Terminal Hajj Aeropuerto Jeddah Arabia Saudi 1981



39. Estadio de Riyadh en Arabia Saudita

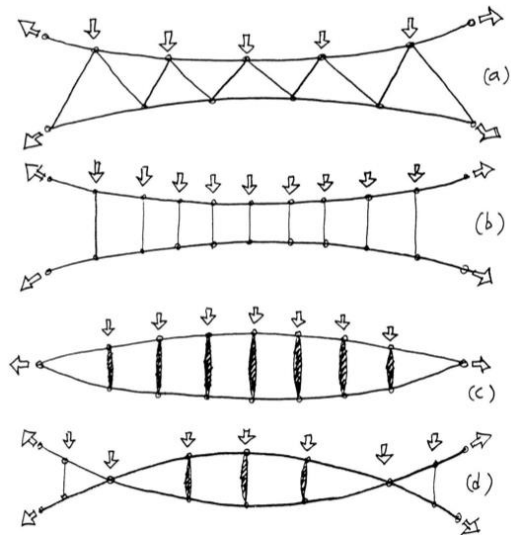
(37,38,39) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

CLASIFICACIÓN DEL TENSADO

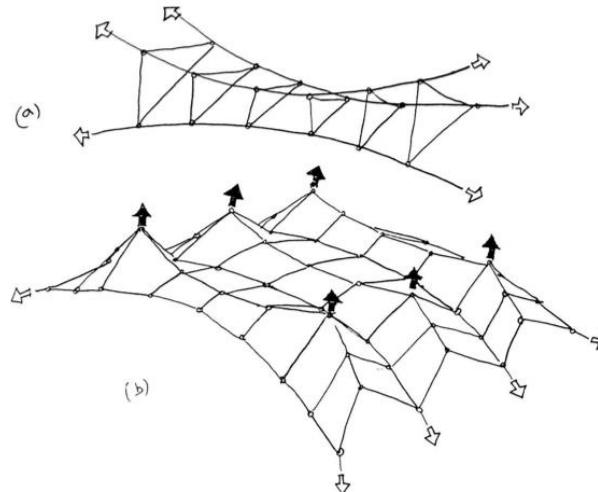
Por la disposición de la masa activa:

- a) Estructuras rigidizadas por cables:** estables gracias a la acción complementaria de cables tensados (mástiles, puentes, aleros y marquesinas atirantadas)
- b) Celosías de cables:** conjuntos fundamentalmente planos
- c) Redes de cables:** las superficies tienen que ser anticlásticas en todos sus puntos
- d) Membranas:** conjuntos contruidos a partir de materiales textiles.
- e) Estructuras tensadas mixtas:** combinación de cables y textiles para optimizar su rendimiento.

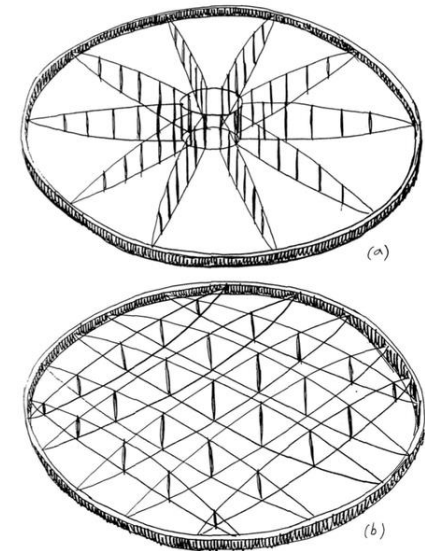
Ejemplos



40. Celosías de cables planas



41. Celosías de cables

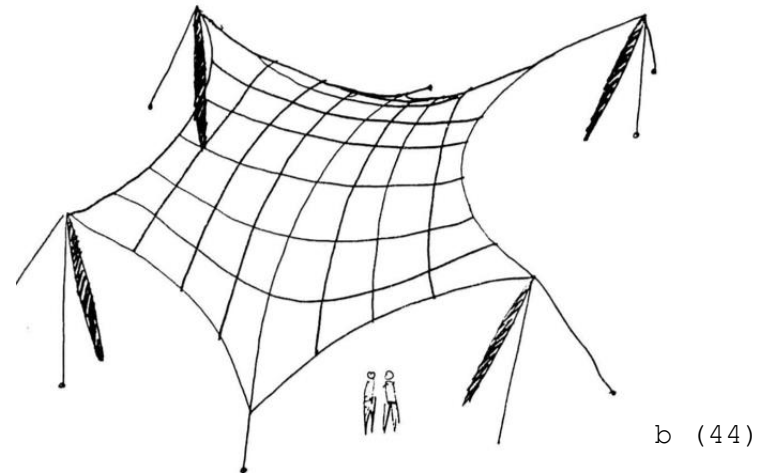
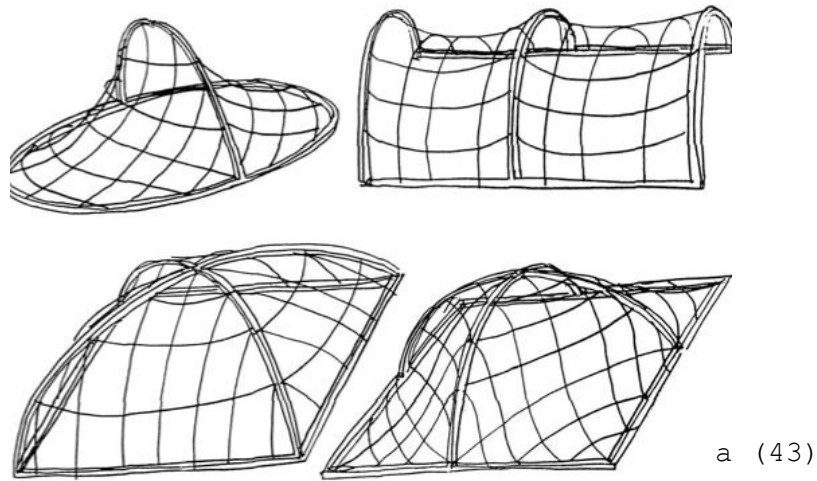


42. Celosías cruzadas de cables

(40,41,42) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

Por el tipo de sustentación:

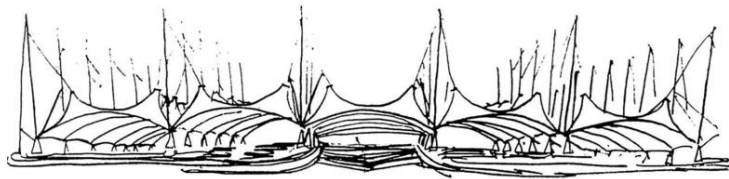
- a) Superficies tensadas entre marcos rígidos o con líneas de apoyo internas continuas.
- b) Superficies tensadas entre puntos altos de apoyo y bajos de anclaje.



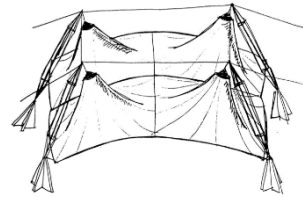
(43,44) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

Por la forma:

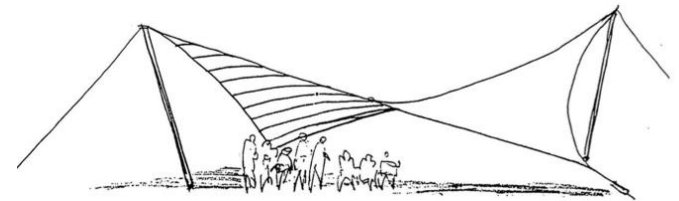
- a) Modulares de tipo longitudinal
- b) Modulares de tipo bidireccional
- c) Polígonos simples con puntos elevados



a) Palenque de la Expo 92 Sevilla (45)

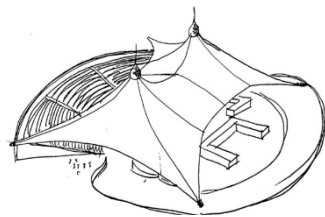


b) Auditorio Pinar
del Rey, Madrid (46)

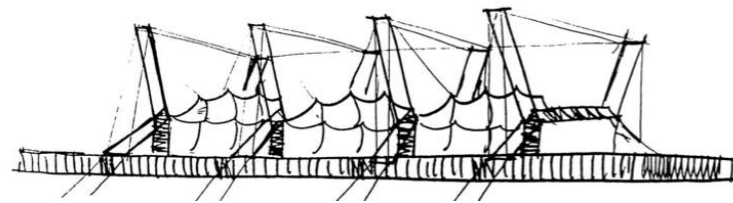


c) Pabellón música Kassel (47)

- d) Superficies ajustadas en torno a un reducido número de mástiles
- e) Superficies mínimas de contorno irregular
- f) Poliedros: Son redes tensadas sobre una malla espacial que es proporcional a los puntos de anclaje



d) Anfiteatro Shoreline (48)



f) SchulumbergerResearch Center (49)

(45,6,47,48,49) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

PARTES

Mástiles:estabilizan los puntos altos y transmiten a compresión las reacciones. En estos puntos se producen las máximas tensiones

Estructura en celosía:estructura espacial con barras de gran longitud entre cuyos nudos se tensa la cubierta

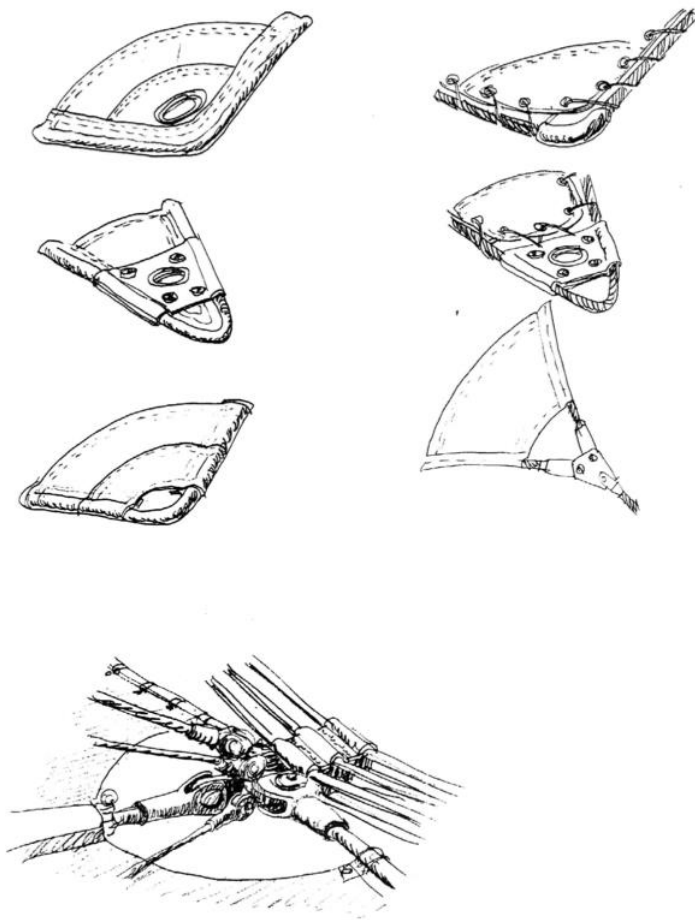
Apoyos en bordes rígidos:delimitando aristas en el espacio mediante perfiles tubulares y ajustando superficies tensadas a estas aristas

Apoyos sobre vigas: Cuando los bordes están sometidos a grandes esfuerzos el elemento lineal requiere grandes rigideces

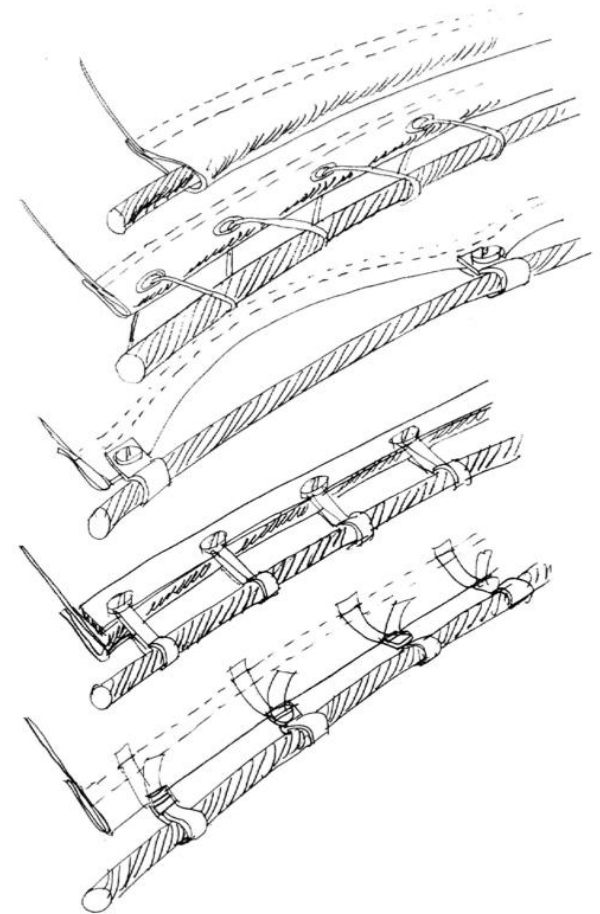
Apoyos sobre cables

Apoyos sobre celosías de cables

ELEMENTOS DE CIERRE DE BORDE



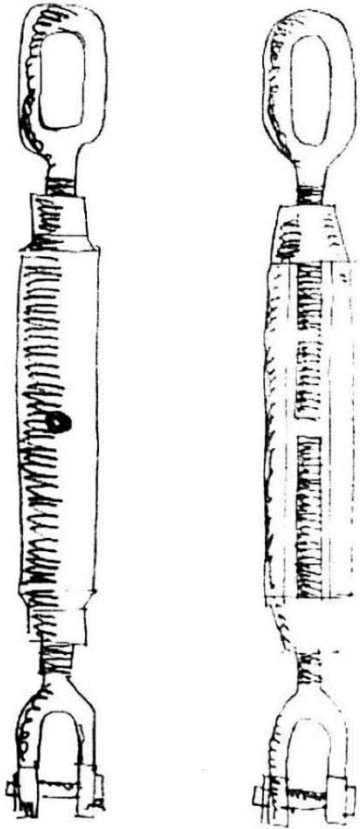
50. Tensor de horquilla v tubular



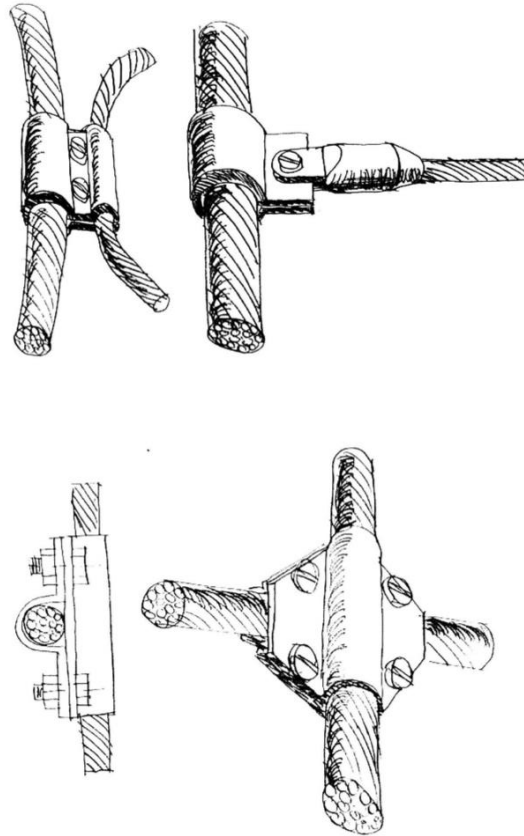
51. Sujeción del textil a la relinga

(50,51) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

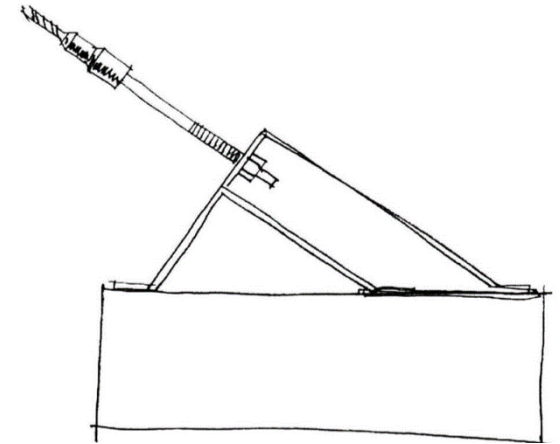
CABLES Y TENSORES



52. Tensor de horquilla v



53. Sistemas de conexión de



54. Tensor ligado a una zapata

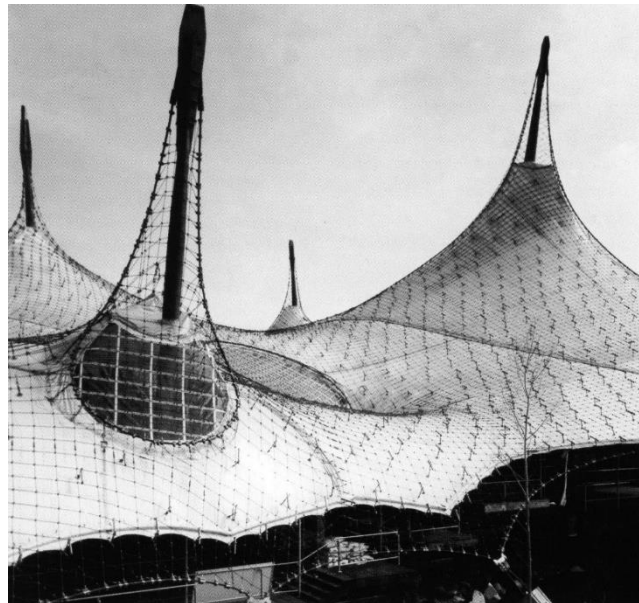
(52,53,54) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Tensado_Estructural

PABELLÓN ALEMÁN DE FREI OTTO

Estructura tensada mixta (combinación de cables y textiles)

Superficies **anticlásticas**

Tensión producida entre **mástiles** y **puntos de anclaje**



(55)

(55) http://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Frei_Otto,_Estructuras_ligeras

ESTRUCTURA

ESTRUCTURAS FREI OTTO

- Frei Otto ha logrado desarrollar con sus estructuras livianas, una síntesis entre la transmisión de las cargas y la forma arquitectónica, generando una nueva tipología estructural.

- Elabora una tesis sobre cubiertas suspendidas, analizando en ella distintos tipos estructurales de carpas y cubiertas.

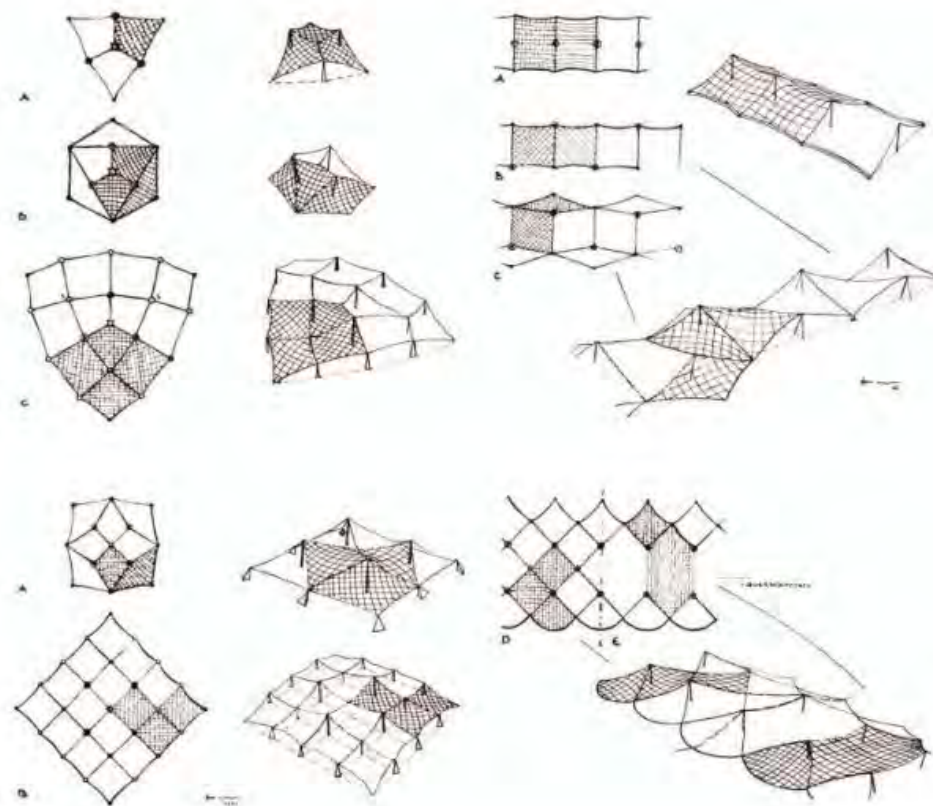
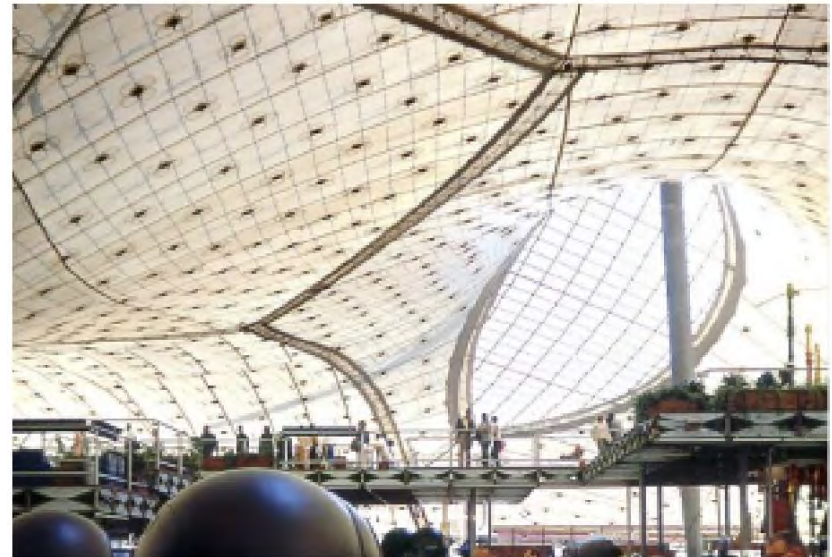
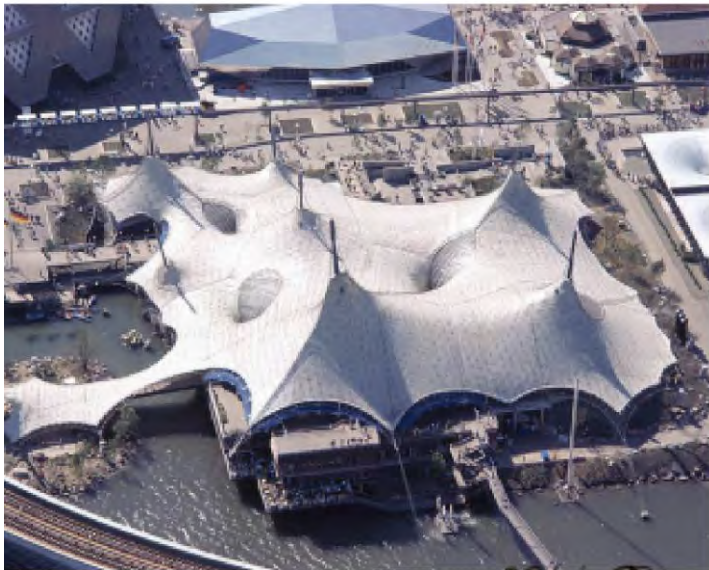


FIGURA: Esquemas estructuras Frei Otto

[Nicogr, "Estudio y relaciones entre Gaudí y Frei Otto", 24 ene 2012 consultado el 2 de Noviembre de 2015]

CONCEPTO GENERAL ESTRUCTURAL

Descripción: Cubierta de red pretensada de cables de acero con picos y depresiones, de la que cuelga una membrana de poliéster translúcido. Plataformas formadas por estructura espacial de perfiles de acero en doble T con perfil longitudinal triangular.



FIGURAS 57, 58: [Biagetti L. , Crosetti. L , García M.S , López J., Franco Violante J., *Monografía de Análisis de autores, Frei Otto*, 28 de Octubre de 2010, desde [http://www.fceia.unr.edu.ar/darquitectonico/darquitectonico/data/pdf/Frei Otto.pdf](http://www.fceia.unr.edu.ar/darquitectonico/darquitectonico/data/pdf/Frei%20Otto.pdf)]

CONCEPTO ESTRUCTURAL GENERAL

- La cubierta en su totalidad, colgaba de ocho puntos altos materializados con mástiles

Sostenida del suelo de tres puntos que daban una forma de embudo a la membrana y a la malla de acero

Concretando el espacio arquitectónico de grandes luces

- La membrana presentaba espacios transparentes para permitir el mayor paso de iluminación natural, ubicados de forma de aprovechar al máximo este beneficio

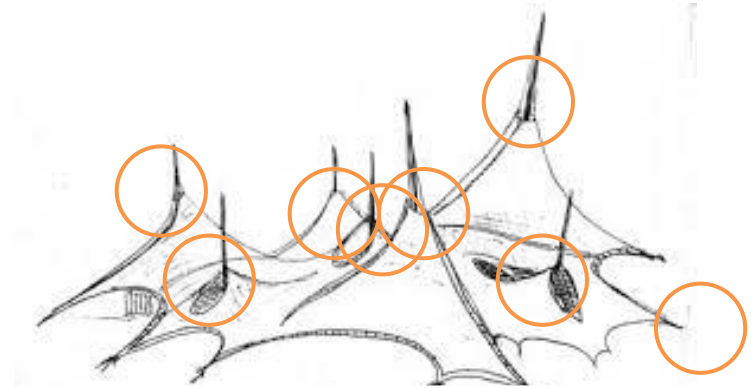


FIGURA: Esquemas estructuras Frei Otto

[Nicogr, "Estudio y relaciones entre Gaudí y Frei Otto", 24 ene 2012 consultado el 2 de Noviembre de 2015]

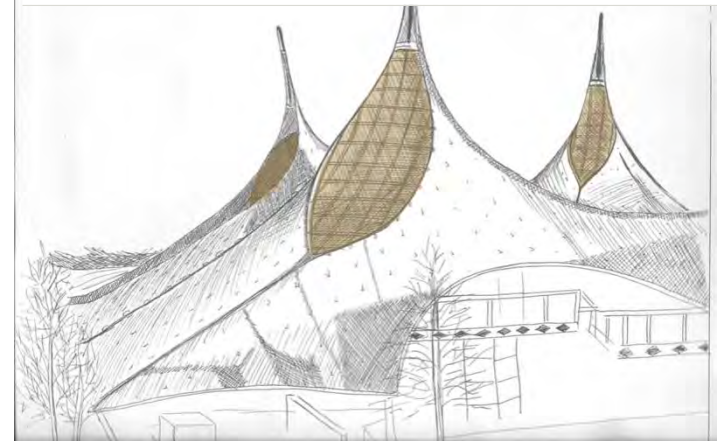
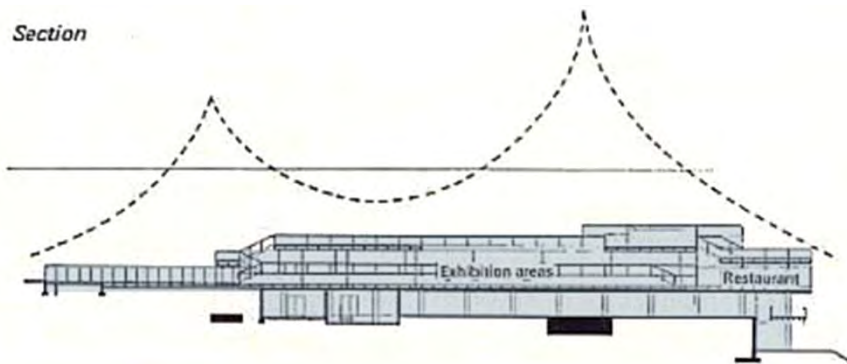


FIGURA: [Cristina Pretel Carrascosa, " Historia de las estructuras tensadas (1950-2000)", Jueves, 07 Mayo 2015 desde <http://www.eaai.es/noticias-eventos/blog/item/182-historia-de-las-estructuras-tensadas-i-1950-2000>]

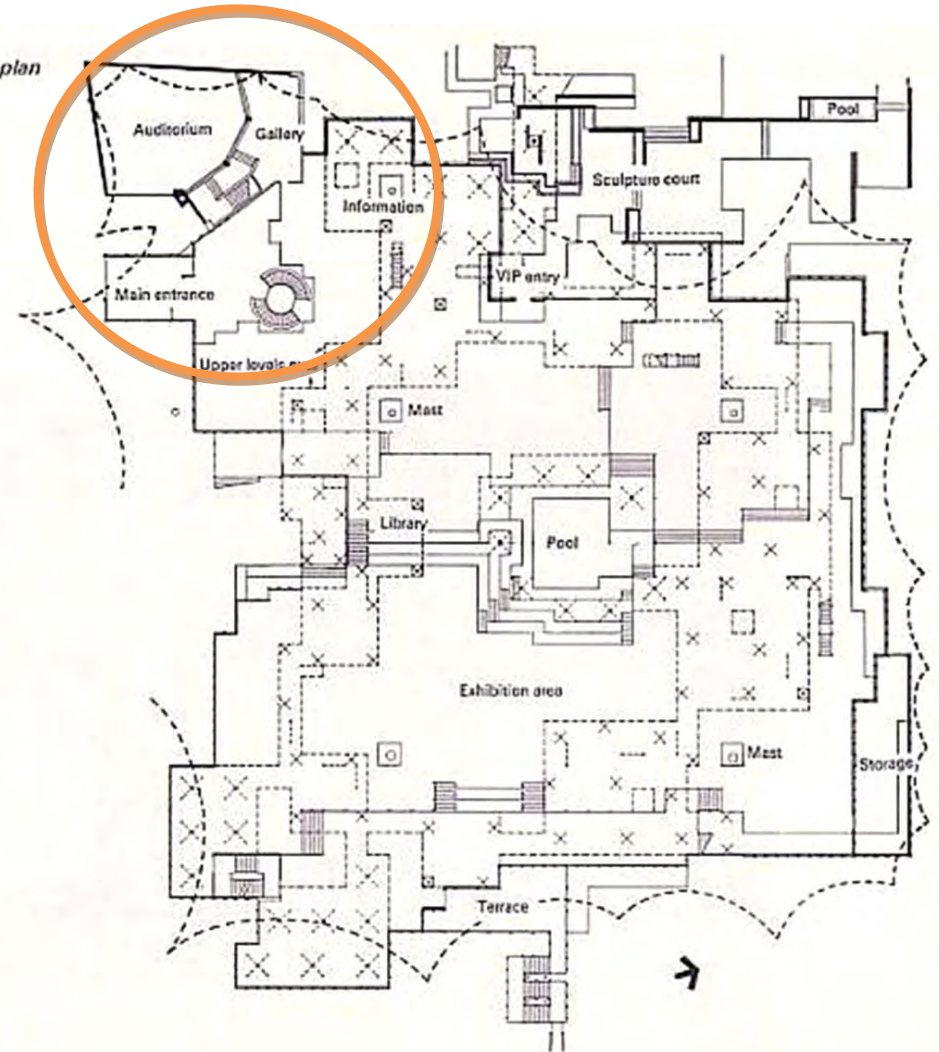
CONCEPTO GENERAL ESTRUCTURAL

A lo largo de todo el perímetro se colocaron paredes de vidrio, deflectoras del viento, de 2,25m de altura, que no conformaban un cerramiento completo, ya que se dejó una parte superior abierta entre la membrana y estas paredes, para ventilación natural en verano, y que en invierno era cubierta para impedir el pasaje del frío.

Section



Floor plan



ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_CONCEPTO

Las estructuras de mástiles y membranas tensada.

Liviandad, sencillez tecnológica y manifestación estética de la estructura.

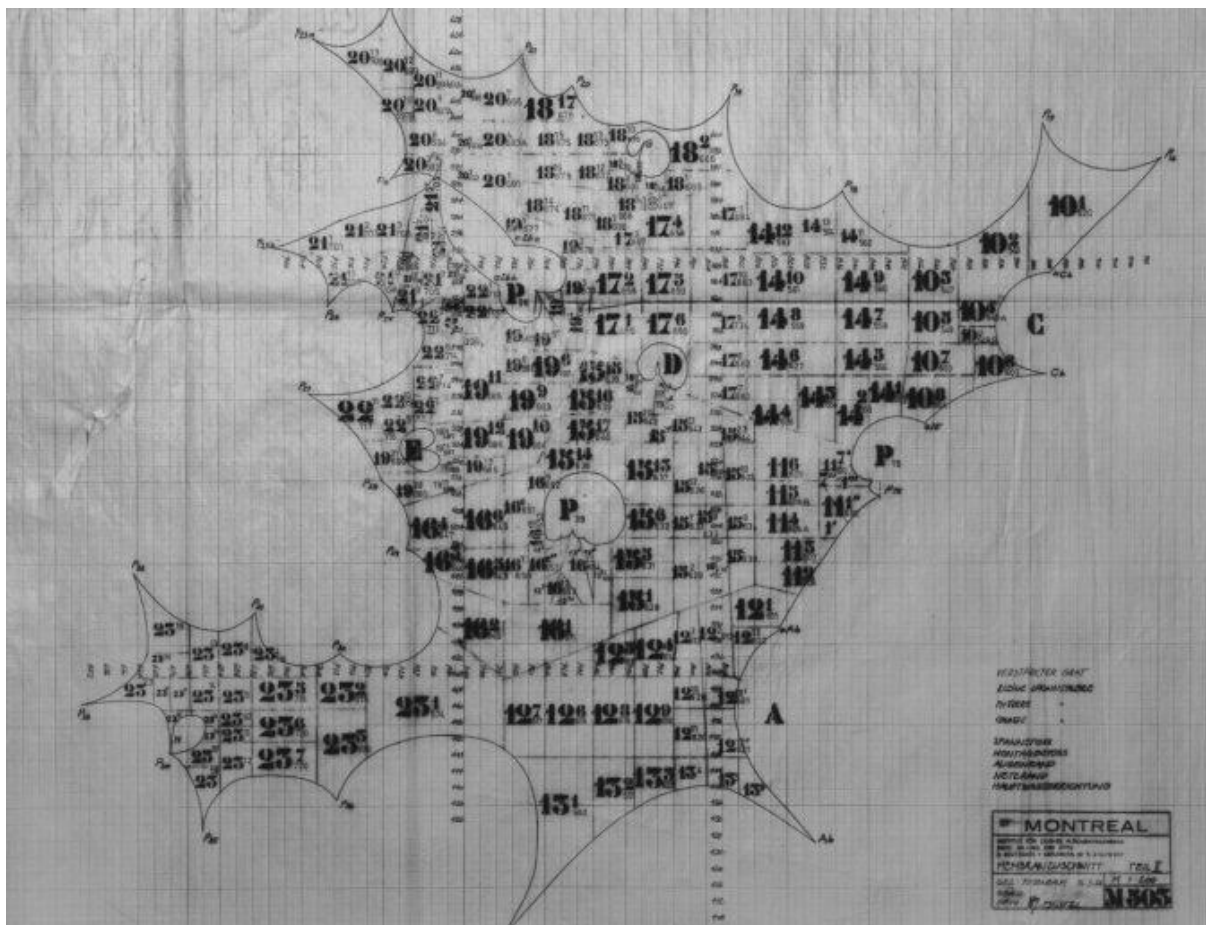


FIG 61: Rodrigodelao, "Frei Otto", 21 Septiembre, Blog Unidad
Docente Dario Gazapo



FIG 62: Arcg daily: Premio PritzkerArchDaily
Cobertura Exclusiva
<http://www.archdaily.mx/mx/tag/premio-pritzker>

ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_PLANTA



63 [Joan Sabaté, "Arquitectura Viva 101: Naturaleza ligera Frei Otto, Medalla de Oro del RIBA 2005 " pag 88-89 desde http://www.arquitecturaviva.com/media/Documentos/otto_101.pdf]

ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_CONCEPTO

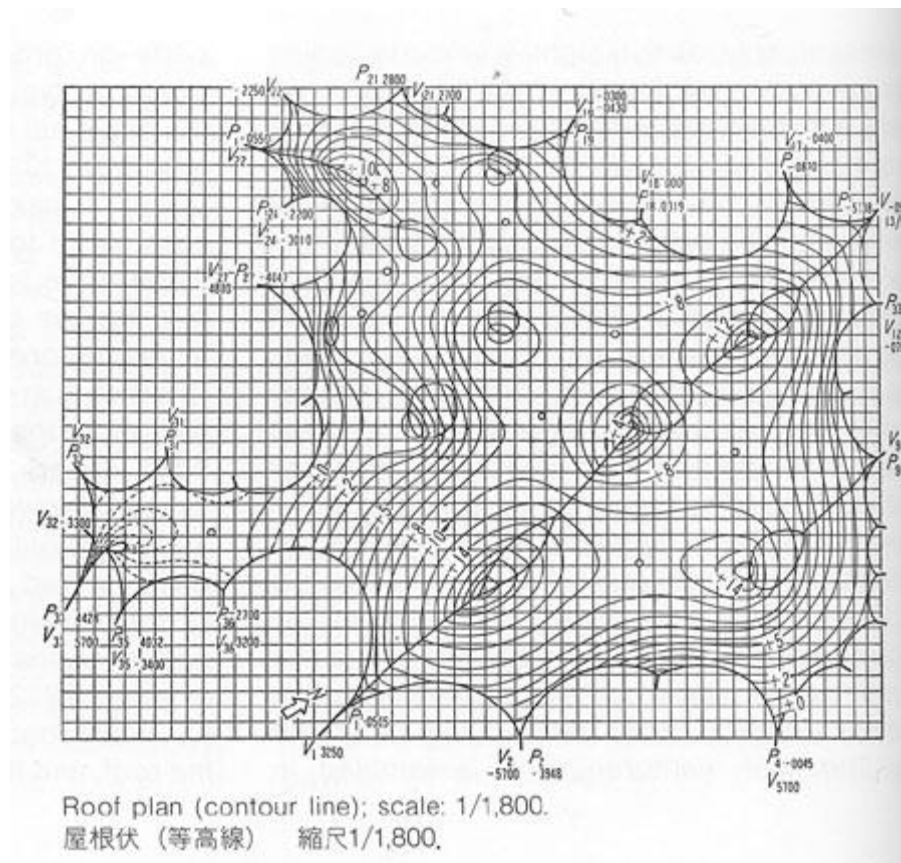


FIGURA 64: [Tiñuela A. , "Translaciones: GERMAN PAVILION EXPO 1967" desde <http://translaciones.blogspot.com.es/2013/07/german-pavilion-expo-1967.html>]

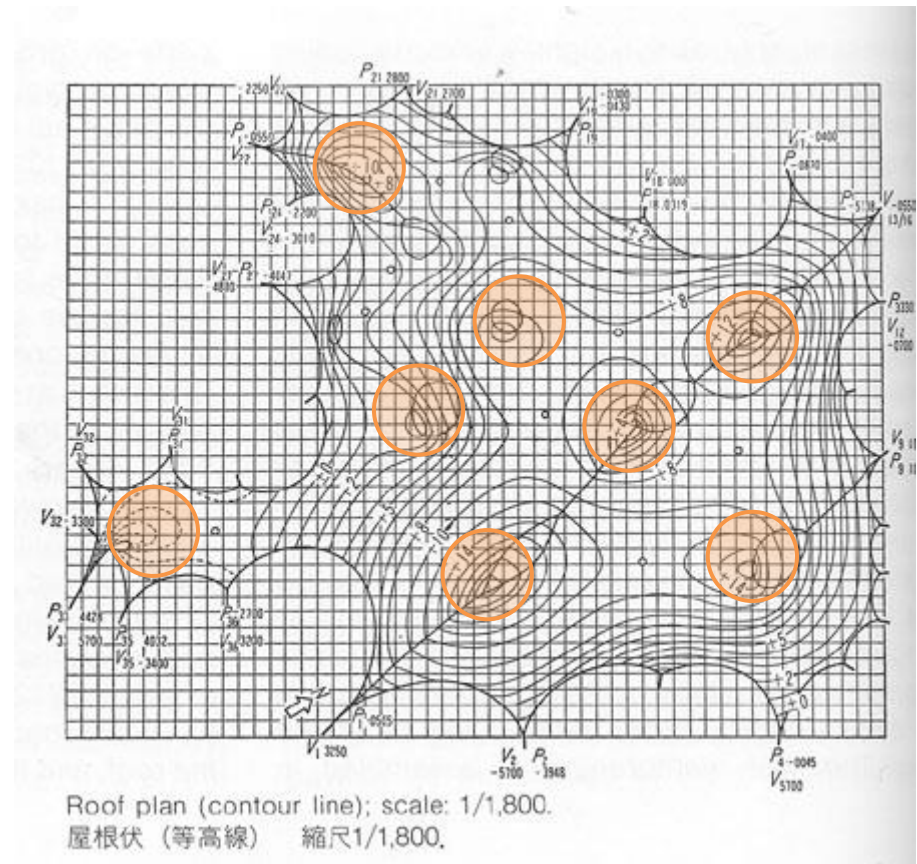
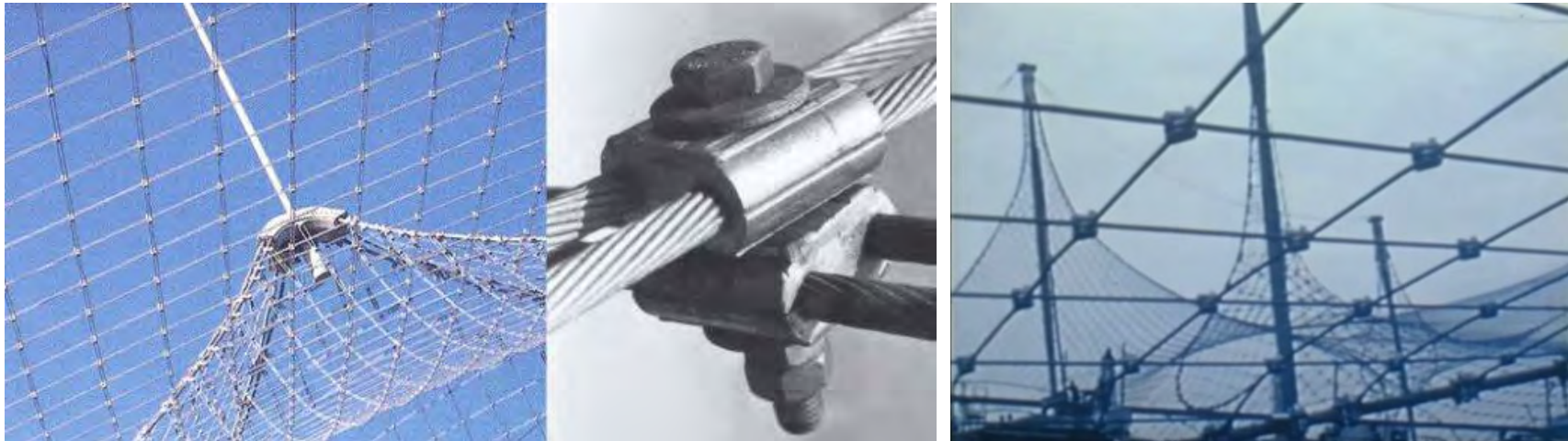


FIGURA 65: [Tiñuela A. , "Translaciones: GERMAN PAVILION EXPO 1967" desde <http://translaciones.blogspot.com.es/2013/07/german-pavilion-expo-1967.html>] (MODIFICACIÓN PROPIA)

ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_DETALLES

La cubierta consiste en una red de cables de acero tensados, que formaban una malla de cuadrados de 50 cm de lado. De la cual se suspendía una membrana textil tensada, blanca y translúcida.



FIGURAS 66,67: Zooms de imágenes encontradas en :
https://www.google.es/search?q=CONSTRUCTION+DETAIL+MONTREAL+PAVILION+FREI+OTTO&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjs6oTxdjJAhXFvRoKHe9fC00Q_AUIBygB&biw=1228&bih=663#tbn=isch&q=+DETAILS+MONTREAL+PAVILION+FREI+OTTO

ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_DETALLES ANCLAJES

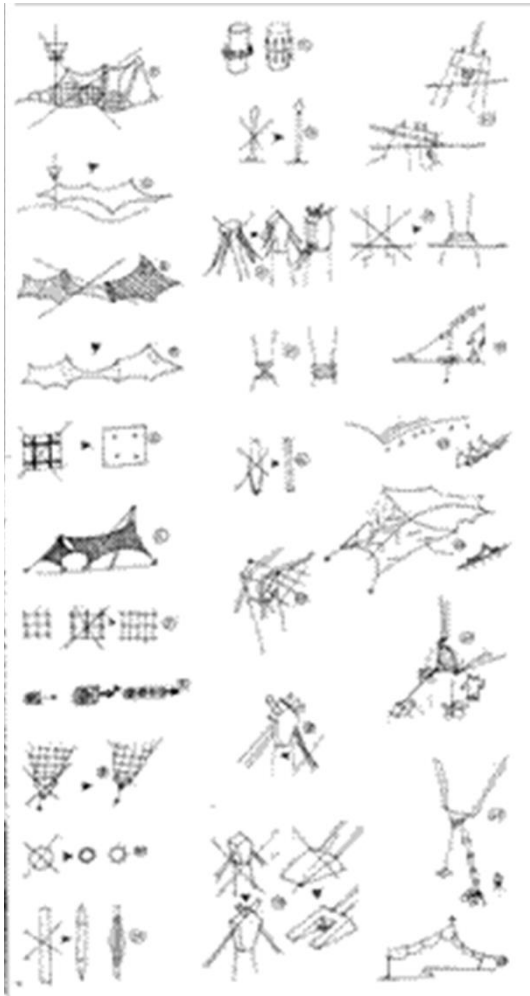


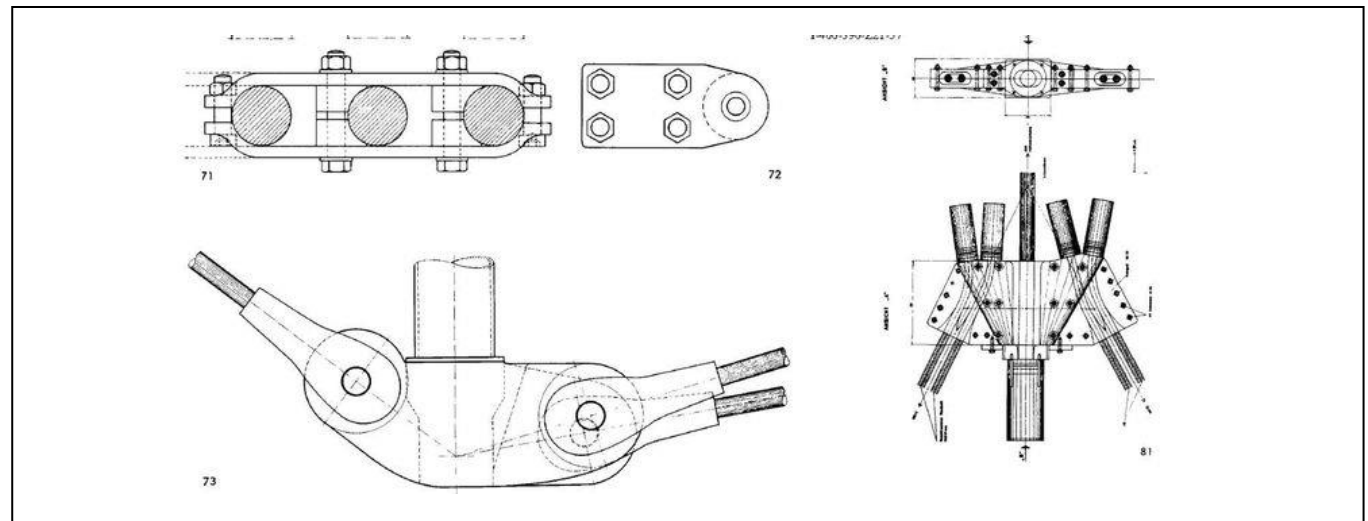
FIG.69 Imagen cogida de "Angulo Recto" Vol.3 n°1 (2011)



FIG 68. [Rotulas de la estructura tensada del estadio olímpico de Munich. Frei Otto, desde <https://nmas1.wordpress.com/2015/03/11/frei-otto-1-925-2-015-de-premios-y-verdades/>]



FIG2. Zoom Mastil



ESTRUCTURA DE CUBIERTA TEXTIL_DETALLES ANCLAJES

LINEAS DE FUERZA. Un nudo, cinco rótulas.

- 1. La inferior - derecha: conecta con el suelo
- 2. La izquierda: con el cable interior circular que conforma el *labio* interno de la cobertura
- 3. Arriba: los cables encontrarán la necesaria verticalidad del mástil.
- 4. Para soportar las tensiones laterales producidas por las membranas, transparentes como el ala de una mosca, los nudos se unen entre sí a través de una cuarta rótula
- 5. Sirviendo la quinta y última como anclaje de las propias velas desplegadas desde una segunda pinza trapezoidal.

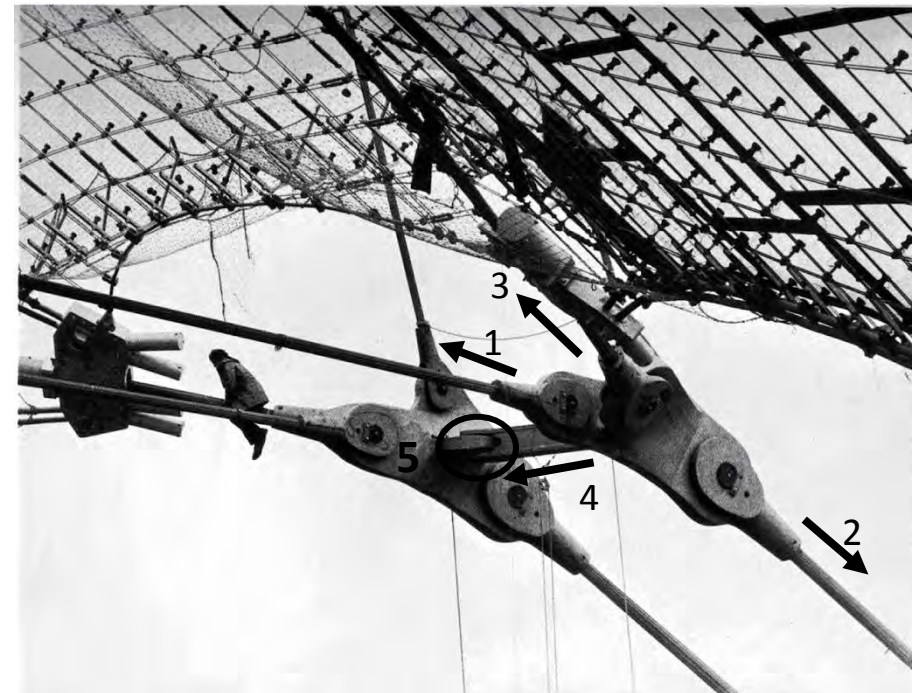


FIGURA 70: Miguel Ángel Díaz Camacho, MADC Párrafos de Arquitectura
"Lineas de fuerza", 9 marzo de 2015

CUBIERTA TEXTIL_DETALLES

FIG. 71 Enganches / pinzas



FIG. 72 Relinga unida con cordón y ollao

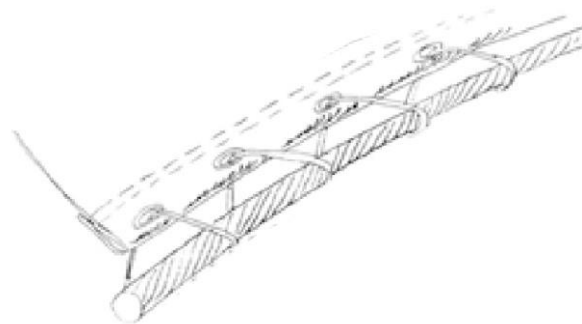


FIG. 74 Enganches / pinzas

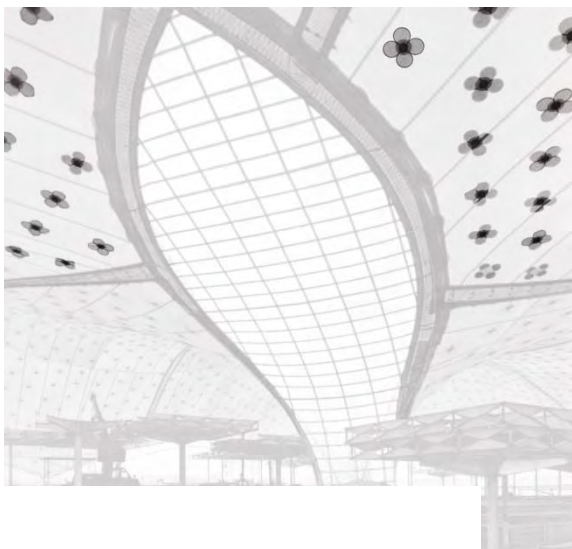


FIG. 75 Cosido

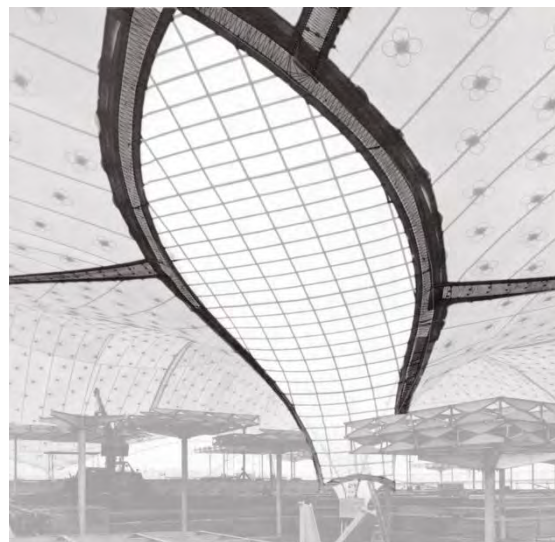
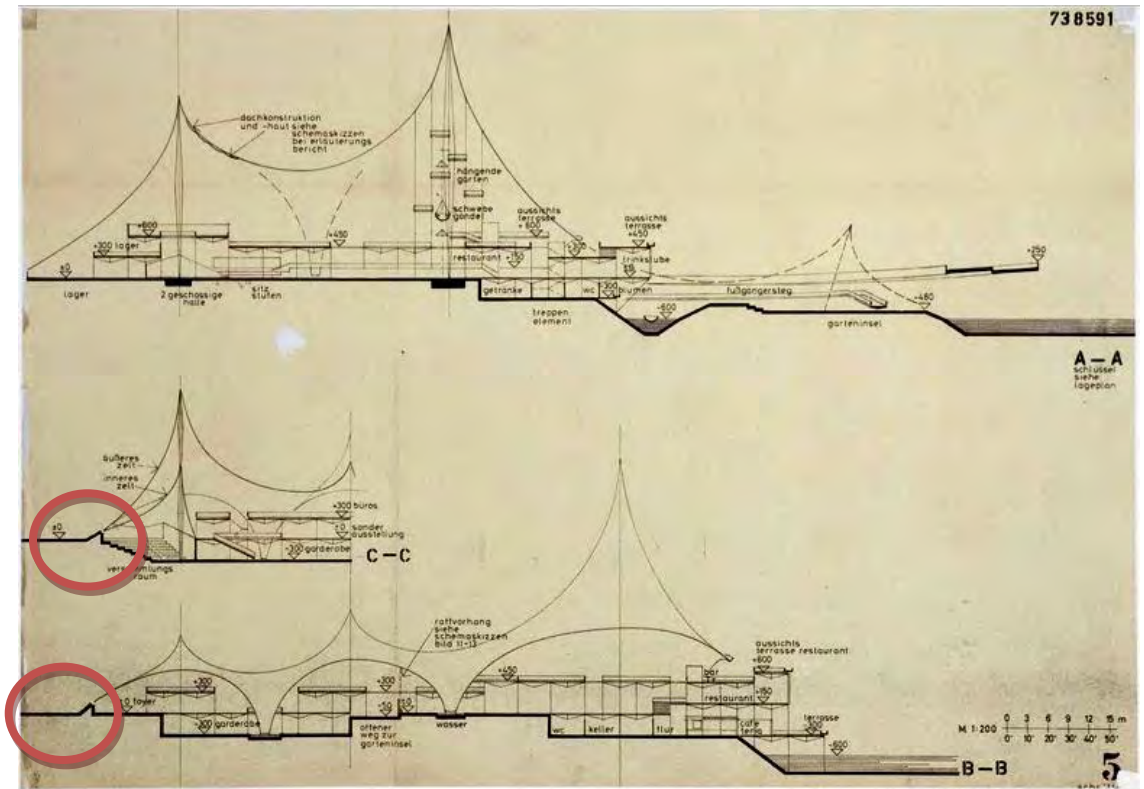


FIGURA 75: [Tumblr, "Frei Otto's German pavilion at Montreal Expo, 1967", desde <http://furtho.tumblr.com/post/115386838863/frei-ottos-german-pavilion-at-montreal-expo-1967>]

DETALLES CIMENTACIÓN



FIGURAS 76,77: Imágenes obtenidas del libro de EXPO apartado 1967



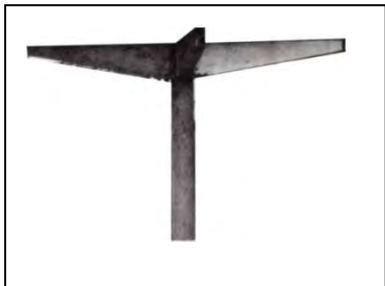
Se trata de un anclaje de los cables a unas zapatas de hormigón salientes de la cota del terreno

MAQUETA DE PRUEBA DE LA ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA

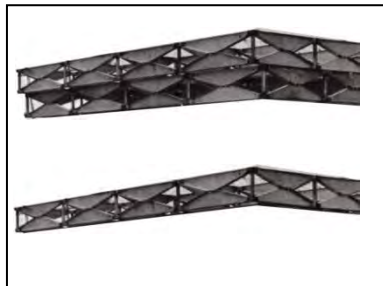


FIGURA 78: obtenida desde el Video: <https://www.youtube.com/watch?v=Z0mtFMoseUk>

ESTRUCTURA PLATAFORMAS INTERIORES



Soporte



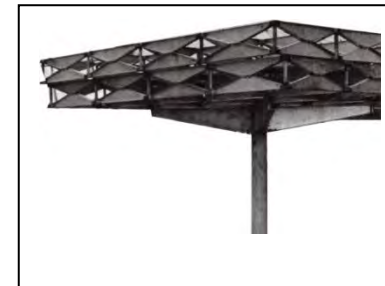
Vigas



Detalle unión



Plataforma
simple

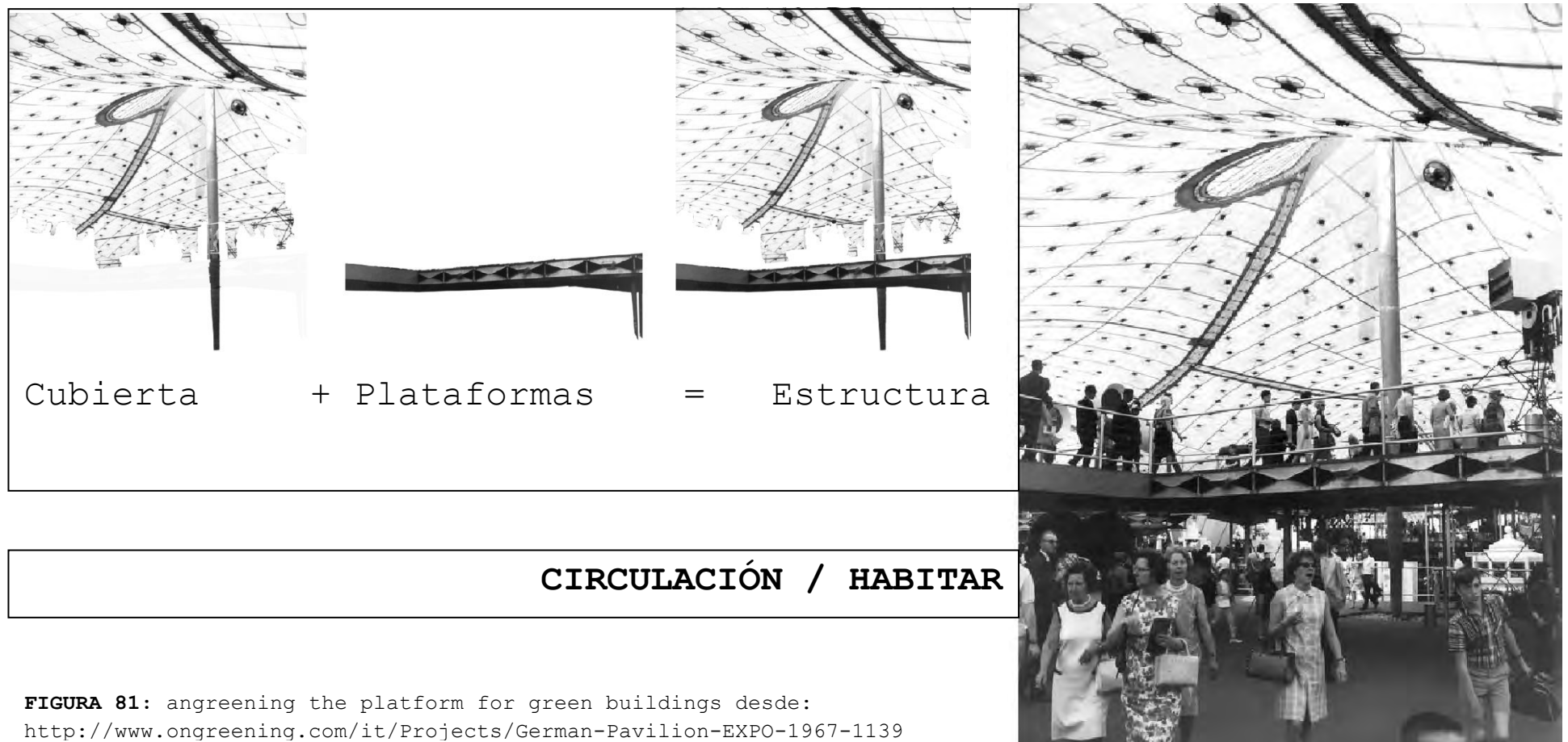


Plataforma
doble



FIGURAS 79,80: Ballesteros Barea A. Espacios/arquitecturas , 3 de mayo de 2013

ESTRUCTURA DESDE INTERIOR



ESTRUCTURA CUBIERTA SALA CONFERENCIAS

- Bóvedas de celosía de capa única y malla cuadrangular cubierta con tablero contrachapado con aislamiento e impermeabilización, para la sala de conferencias y teatro.

FIGURA 82: obtenida desde el Video:

<https://www.youtube.com/watch?v=Z0mtFMoseUk>



RESUMEN ESTRUCTURAL

MATERIALES		MEDIDAS	
Mástiles	Acero (ST 37)	Área de la superficie de la membrana	9 500 m²
Membrana	Tejido de poliéster recubierto de PVC	Cimentaciones	Volumen de hormigón 350 m³
Red cables	Acero		Acero de pretensado 7 t
			Acero de refuerzo 20 t
		Mástiles	Acero estructural 80 t
DIMENSIONES		COSTO	
Área cubierta por membrana	7 730 m²	Coste construcción	German Mark 4 520 000
Mástiles	Altura 4 - 38 m		

CONSTRUCCIÓN

Todas las imágenes del proceso constructivo están obtenidas desde el video de constrccuón:
<https://www.youtube.com/watch?v=Z0mtFMoseUk>

En caso contrario se especificará al pie de la imagen.

LOCALIZACIÓN



FIGURA 83: Página oficial de la Expo '67: <http://expo67.ncf.ca/>

PARCELA 454 EN LA ISLA DE NOTRE DAME

TIEMPO _ 14 MESES

- Desarrollo de la forma, estudio y elección los detalles estructurales
- Fabricación de las partes de la estructura y del interior en Alemania
- Trasladar todo en barco hasta Canadá y erigir la construcción en el sitio previsto
- La prefabricación total de la red de cables, los mástiles y la membrana hicieron posible que el pabellón fuera construido en el corto tiempo de 8 semanas, agregándole a este período, 5 semanas necesarias para conseguir, gradualmente, el estado final de tensión de la red de cables y la membrana

DESCRIPCIÓN CONSTRUCCIÓN CUBIERTA TENSADA

- Primero se colocaron los mástiles en posición y se estabilizaron con cables guías auxiliares. La red de cables fue montada alrededor de los mástiles y levantada a los puntos más altos de estos, mientras las secciones de la red más alejadas se iban agregando.
- Luego de completada la malla de acero, esta fue sujeta a los puntos exteriores y a los puntos bajos interiores. La tensión inicial se logró levantando los mástiles a su altura definitiva. En tanto, la tensión final fue lograda tensionando el cable perimetral.
- La membrana textil fue montada en partes en el suelo, incluyendo las partes transparentes de la misma, y fue sujeta en puntos reforzados a la malla de cables de acero.

PROCESO CONSTRUCCIÓN / 1. Superficie Pabellón

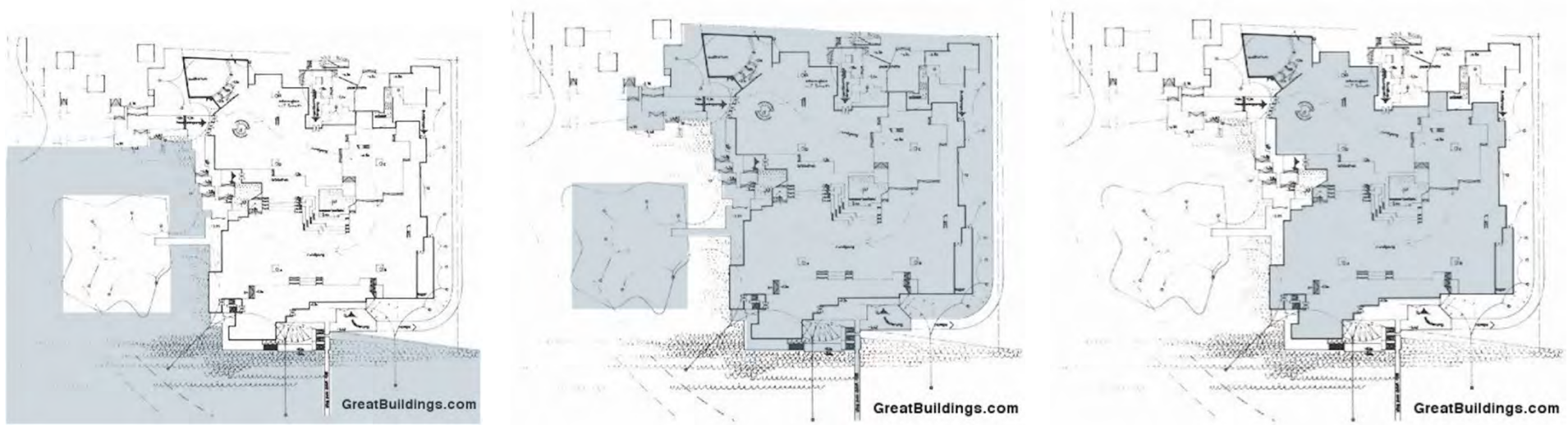


FIGURA 84: Página oficial de la Expo '67: <http://expo67.ncf.ca/>

VACIADO DEL LAGO Y CONSTRUCCIÓN EN HORMIGÓN DE LA ESTRUCTURA BASE
DEL PABELLÓN

PROCESO CONSTRUCCIÓN / 1. Superficie Pabellón



VACIADO DEL LAGO Y CONSTRUCCIÓN EN HORMIGÓN DE LA ESTRUCTURA BASE
DEL PABELLÓN

PROCESO CONSTRUCCIÓN / 2.Cubierta Tensada

2.1 Transporte los mástiles



2.2 Descarga de los mástiles

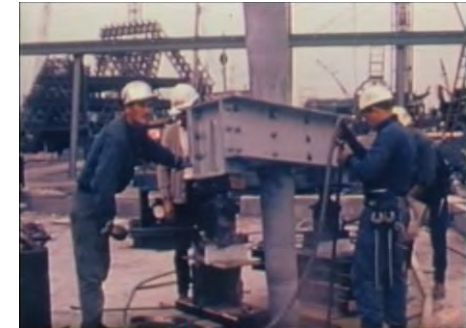


2.3 Anclaje de los mástiles



PROCESO CONSTRUCCIÓN / 2. Cubierta Tensada

2.4 Elevación de los mástiles hasta su correcta inclinación

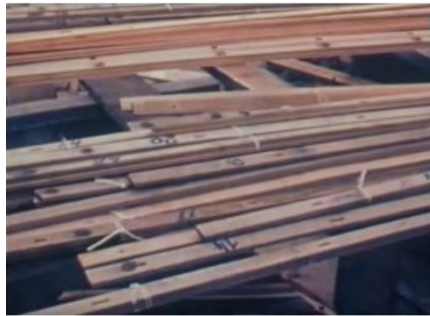


2.5 Colocación de la malla de cables de 50x50cm



PROCESO CONSTRUCCIÓN / 3.Cubierta Celosía

Construcción de la celosía de la cubierta de la sala de conferencias y teatro a través de listones de madera contrachapada



3.1 Listones



3.2 Montaje



3.3 Plegado



3.4 Traslado



3.5 Despliegue



3.6 Sujeción



3.7 Aislamiento

PROCESO CONSTRUCCIÓN / 4.Cubierta Textil

Colocación del textil en la estructura de cables colocada previamente



4.1 Extensión



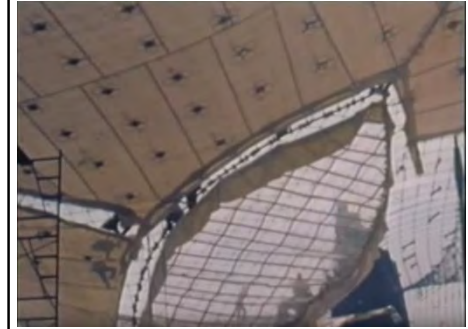
4.2 Elevación parte alta a través de una polea



4.3 manivela



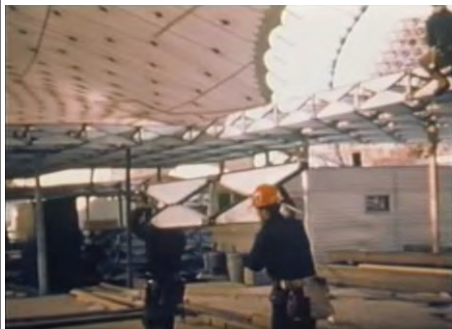
4.4 Engranaje del resto del



4.5 Acabado

PROCESO CONSTRUCCIÓN / 5. Plataforma prefabricada

El interior del pabellón fue construido dos días antes de la Expo gracias al uso de plataformas prefabricadas de acero



5.1 Traslado



5.2 Montaje



5.3 Acabado

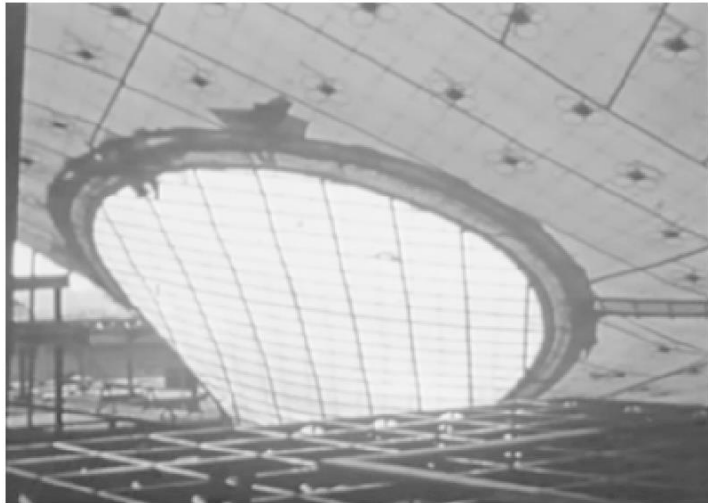
DESCRIPCIÓN DEMOLICIÓN PABELLÓN ALEMÁN

- Alrededor de 1972, se suspendió el mantenimiento del edificio, lo que produjo que durante la temporada de nevadas se acumulara una carga dos o tres veces mayor a la permisible, y la estructura se viera comprometida. Como consecuencia, algunos cables que llegaban a un mástil se cortaron, provocando que la red y el mismo poste colapsaran. La separación de la red fue solucionada rápidamente mediante la colocación de uniones en los cables cortados. Afortunadamente, el área dañada fue pequeña y la estructura pudo permanecer entera, a pesar del nuevo estado de equilibrio.
- La membrana no sufrió daños, pero el poco interés por mantener el edificio llevó a que sea demolido. En Noviembre de 1972 se decidió la demolición sin relocalización de la estructura

ILUMINACIÓN

NEGATIVO ILUMINACIÓN

Con la apertura de embudos en la membrana se consigue un efecto de negativo en cuanto a la introducción y emisión de luz durante el día y la noche



FIGURAS 86,87,88: angreening the platform for green buildings desde:
<http://www.ongreening.com/it/Projects/German-Pavilion-EXPO-1967-1139>

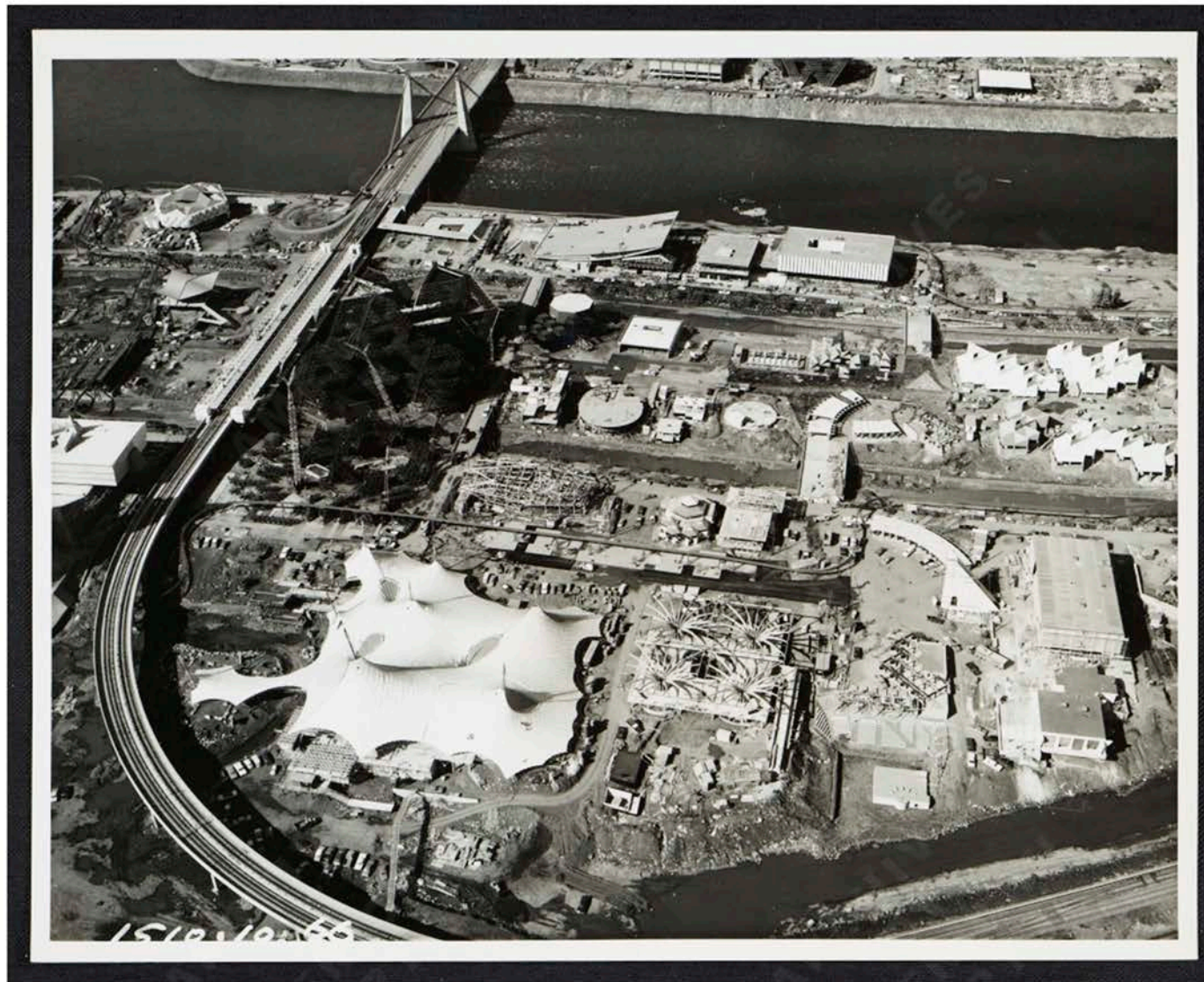


PROPUESTA

TRANSFORMACIÓN ESTRUCTURA DE LA CUBIERTA DEL PABELLÓN

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

1. > PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA

2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL

3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO

4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)

5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS

6. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS

7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO

8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA

9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE

10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES

11. LIBERACIÓN DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR

12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN

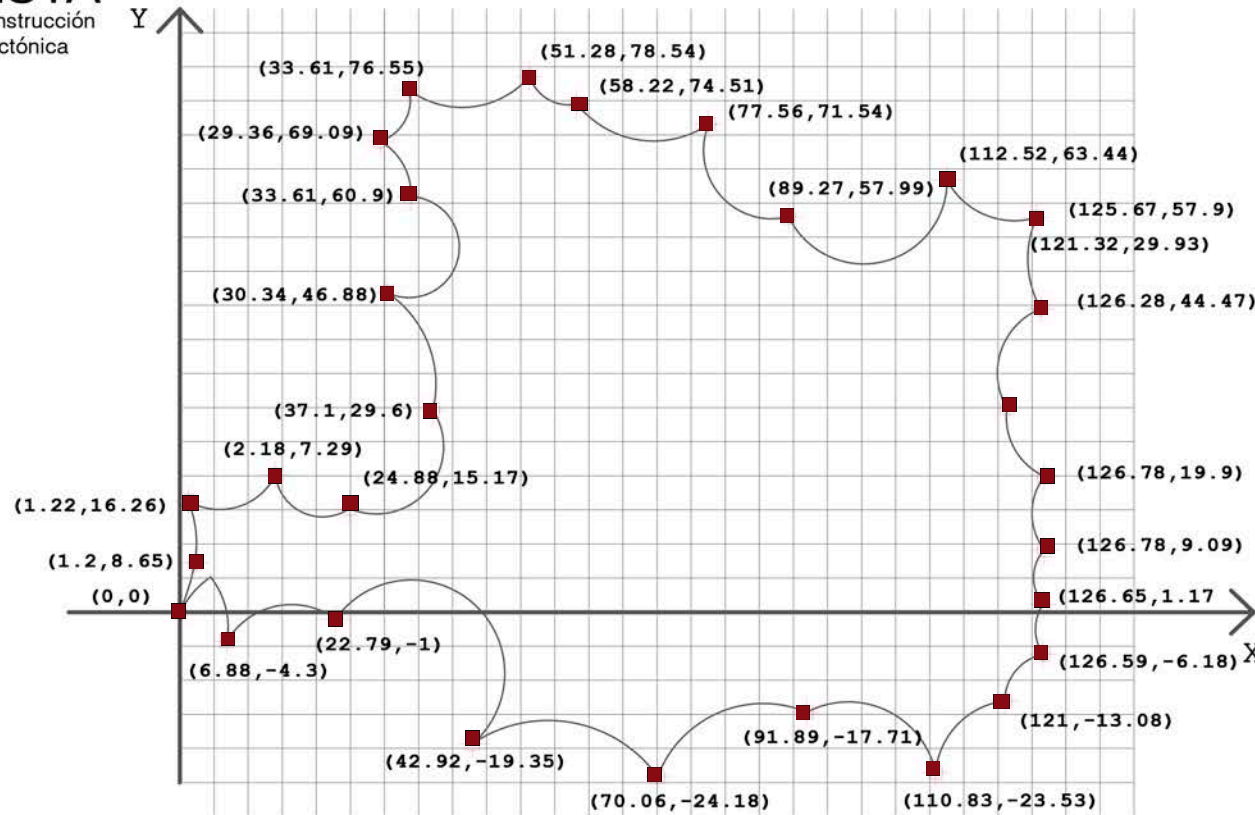
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS

14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES

15. FORMA FINAL

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA

2. > EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA

COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL

3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO

4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)

5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS

6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS

7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO

8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA

9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE

10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES

11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR

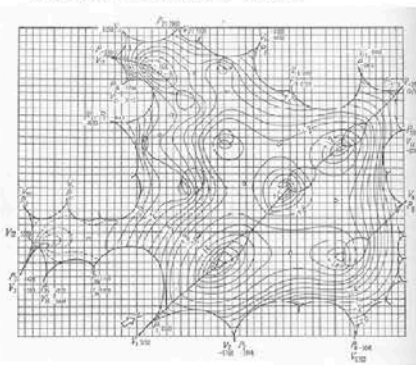
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN

13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS

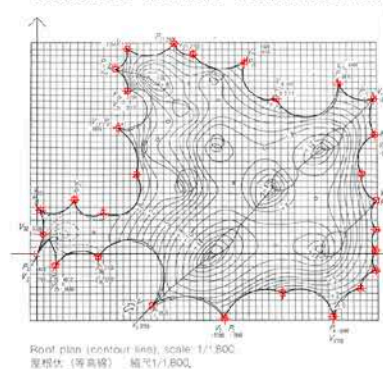
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES

15. FORMA FINAL

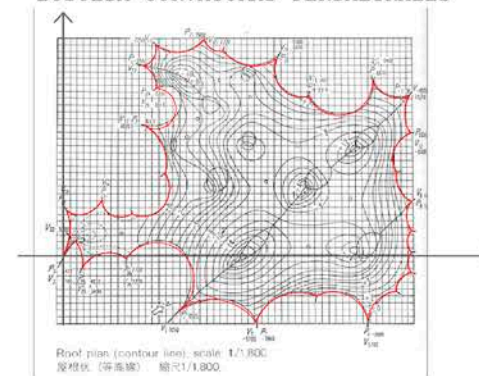
PLANTA PROYECTO REAL



BÚSQUEDA PUNTOS PERIMETRALES



BÚSQUEDA CURVATURAS PERIMETRALES

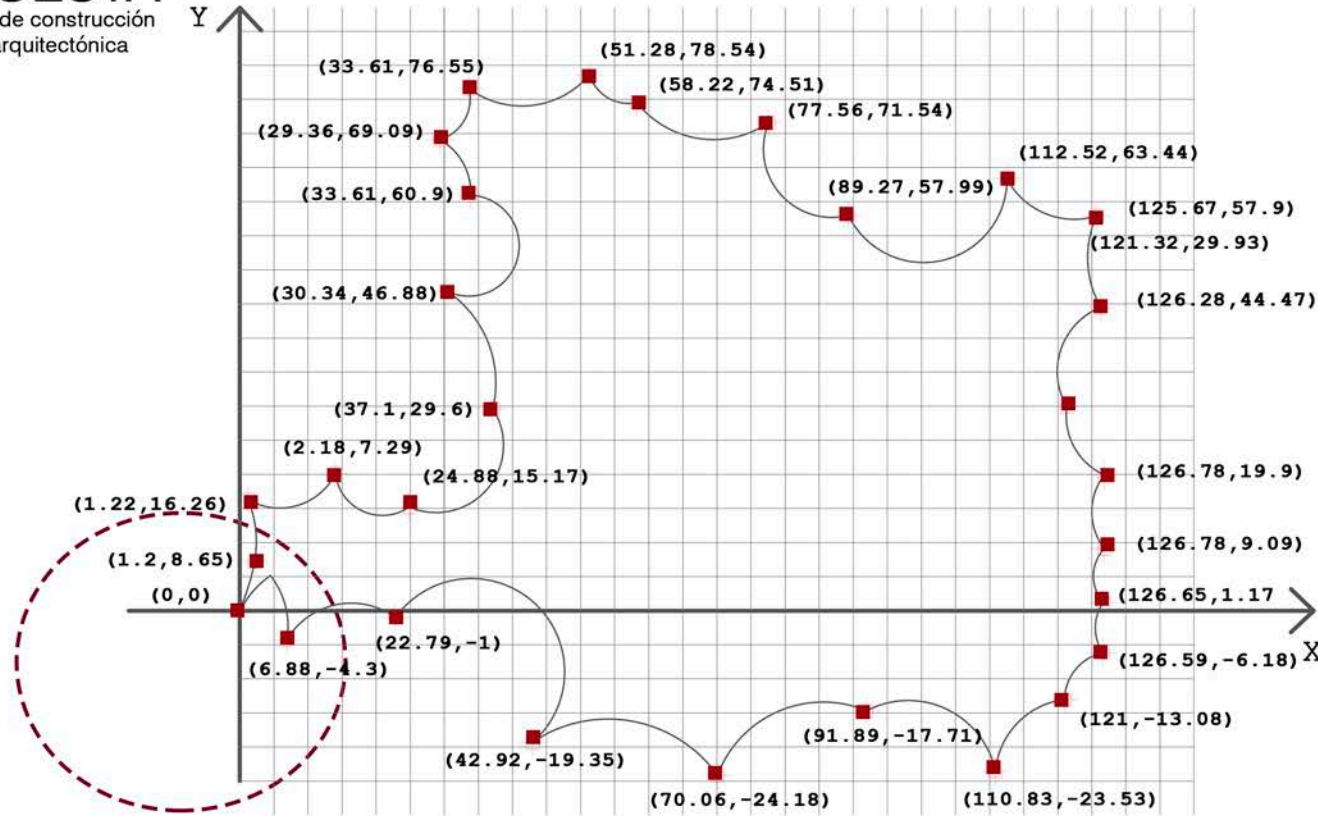


PABELLÓN ALEMÁN

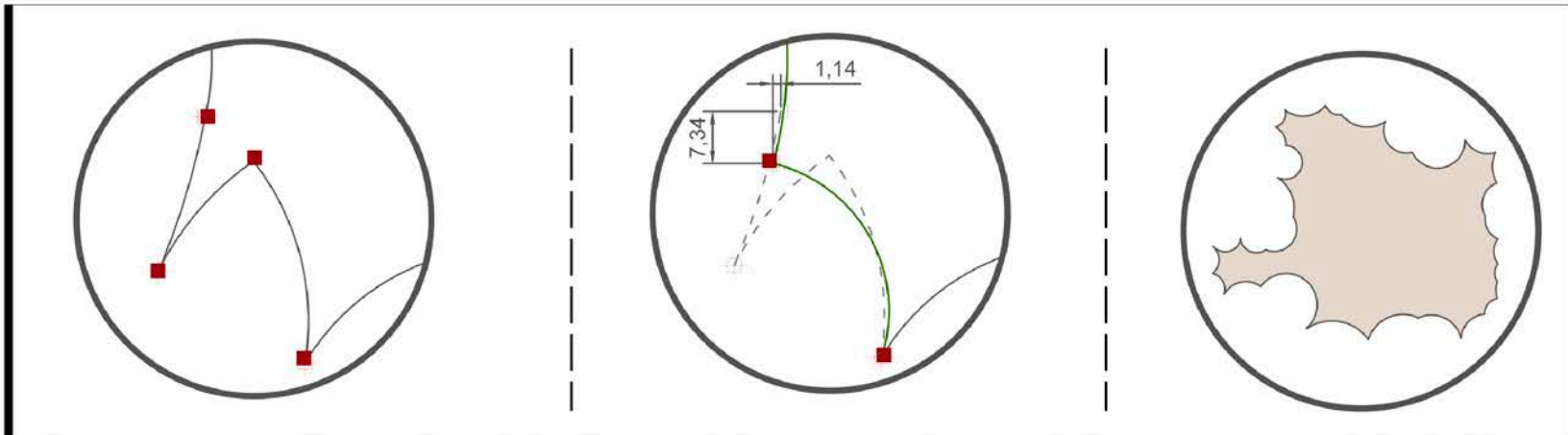
EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



PROCESO



BÚSQUEDA DE FORMA

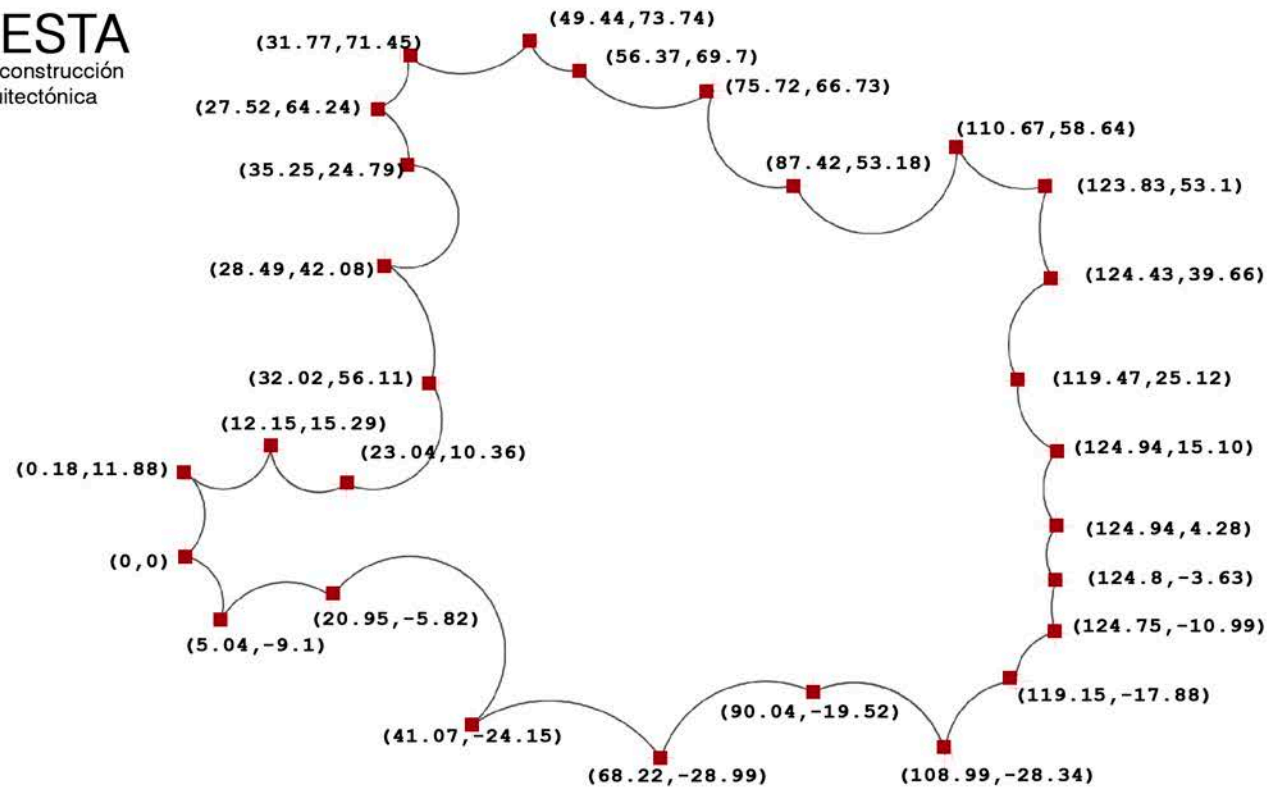
1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. > MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS ALA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

PABELLÓN ALEMÁN

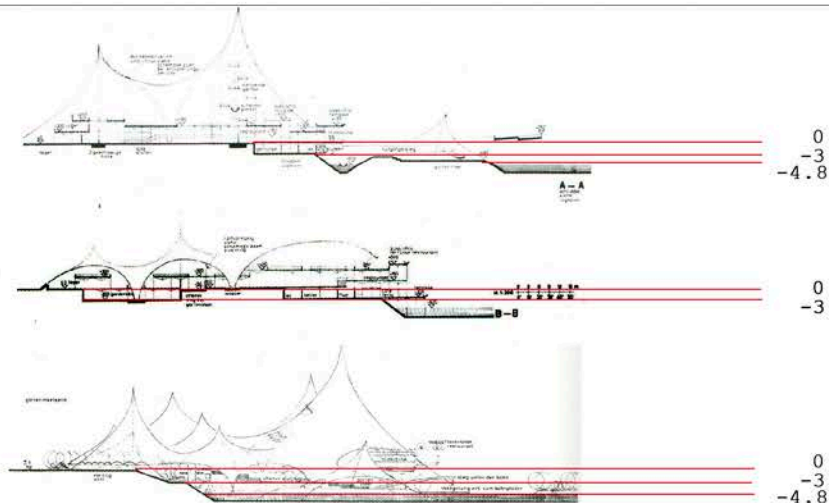
EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

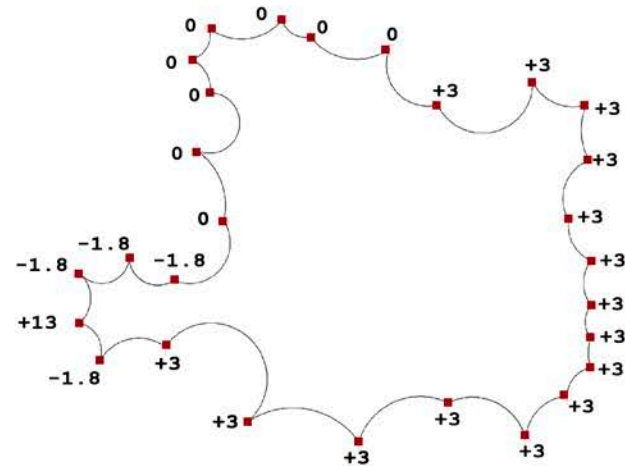
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



PROCESO ALTURAS PERIMETRALES



DEJANDO UNA ALTURA LIBRE DE PASO DE 3M DE ALTURA



BÚSQUEDA DE FORMA

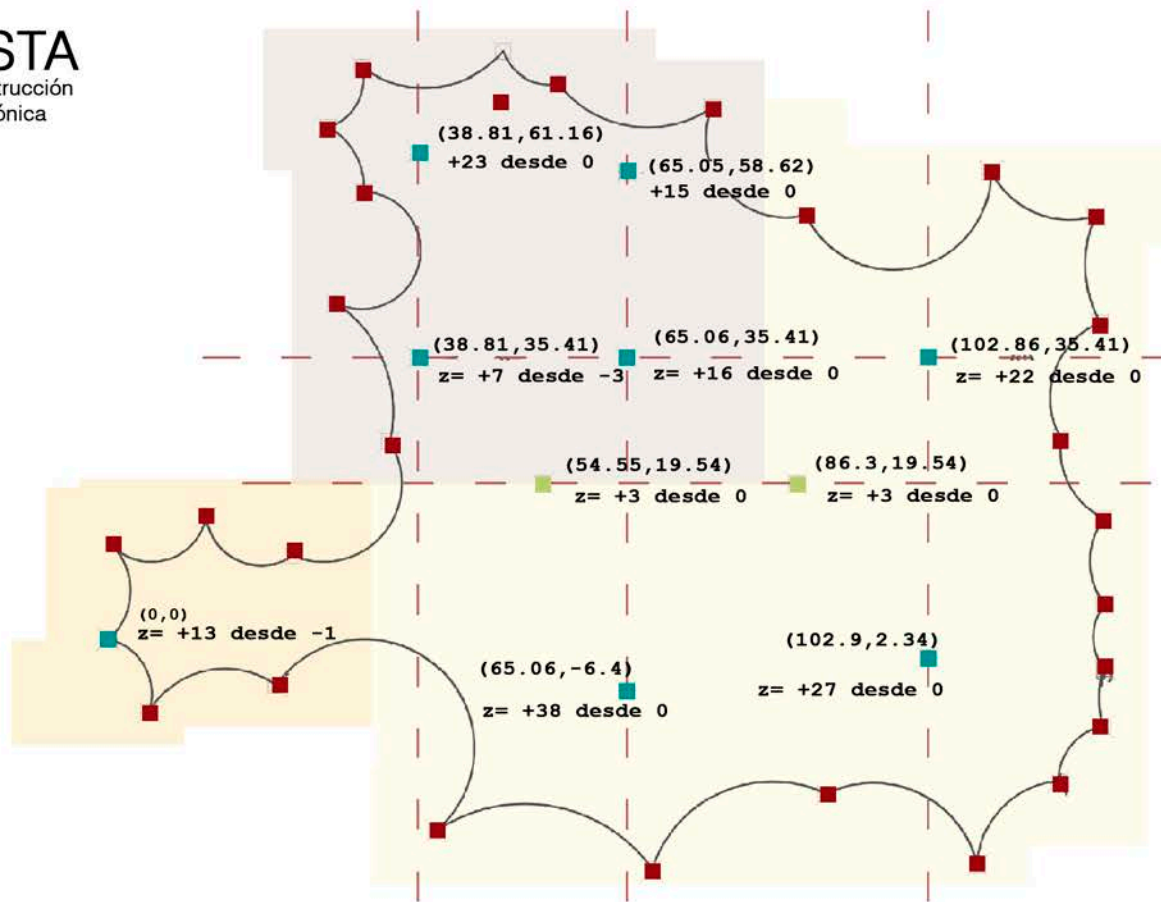
1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



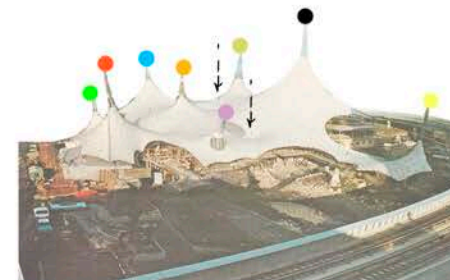
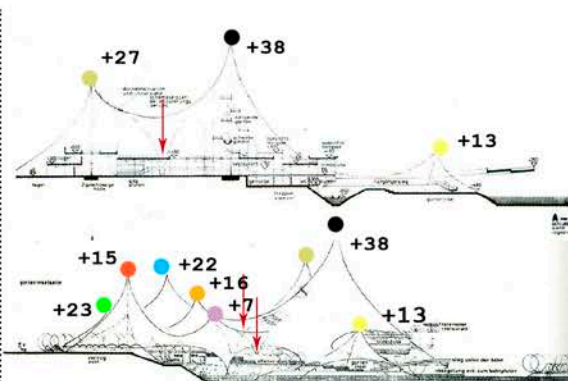
BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. > LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACIÓN DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

PROCESO ALTURAS PERIMETRALES

Leyenda Planta

- COTA DE NIVEL DE SUELO 0
- COTA DE NIVEL DE SUELO -3
- COTA DE NIVEL DE SUELO -4.8
- MÁSTILES
- HUECOS
- PUNTOS PERIMETRALES



Figura_libro

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADA) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



WinTess3

Estructuras Tensadas

BÚSQUEDA DE FORMA

1. > PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA

2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL

3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO

4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)

5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS

6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS

7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO

8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA

9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE

10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES

11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR

12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN

13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS

14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES

15. FORMA FINAL

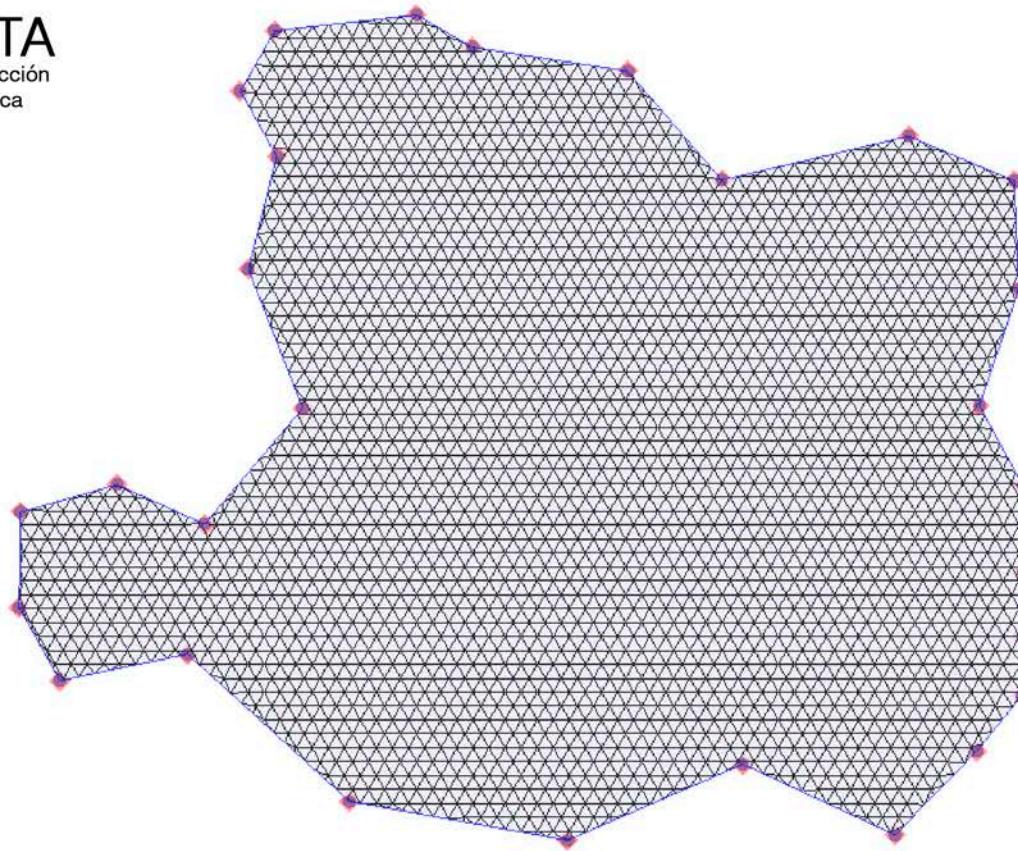
© R. Sastre (1981-2015) E.T.S. Arquitectura del Vallès, Sant Cugat del Vallès - Barcelona - España

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

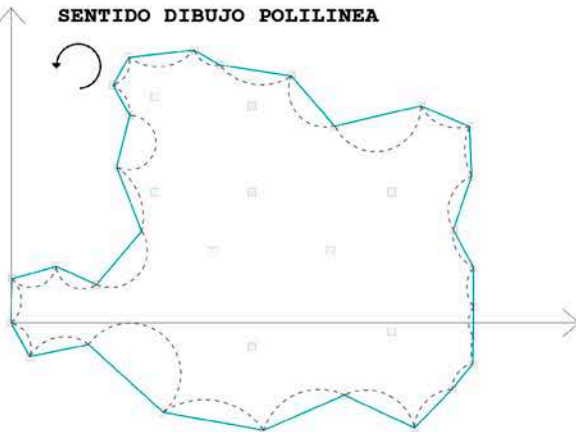
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



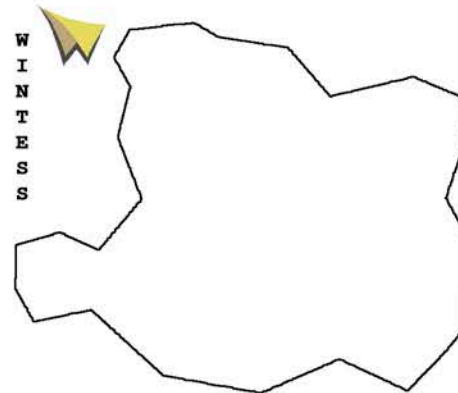
BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. > INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

SENTIDO DIBUJO POLILINEA



DENSIDAD MALLA

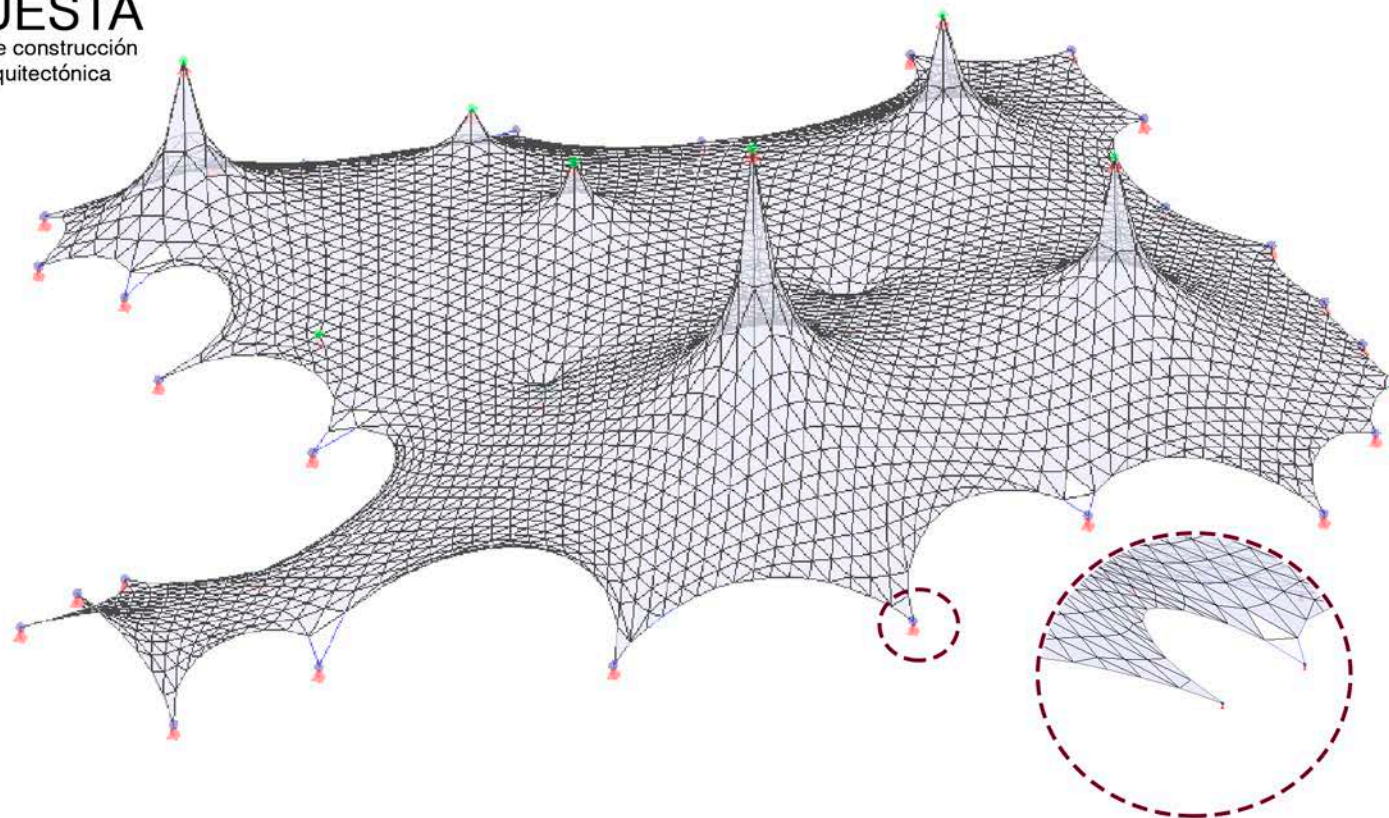


Una vez realizada la polilinea perimetral en sentido antihorario se exporta en Wintess creando una malla en nuestro caso con un coeficiente de densidad de 2.5

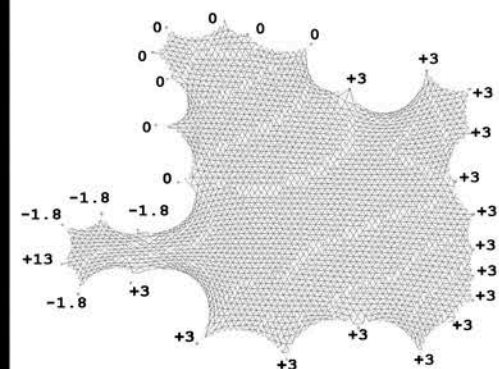
Tipo de malla	
<input checked="" type="radio"/> Triangular	2.5
<input type="radio"/> Cuadrada	1
<input type="radio"/> Rectangulo	1 x 15
<input type="radio"/> Radial	Núm. radios 12
Radio 1 Arco 1	
Centro de la malla radial	
<input checked="" type="radio"/> Centrada	
<input type="radio"/> Vértice	1
<input type="radio"/> Punto	0.00 x 0.00 y
Posición de la malla	
<input type="radio"/> Vértice	1
<input type="radio"/> Punto	0.00 x 0.00 y
<input type="checkbox"/> Tradación	0.00 x 0.00 y
<input type="checkbox"/> Rotación	0.00 grados

PROPUESTA

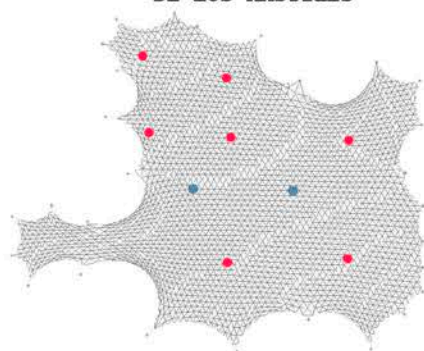
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



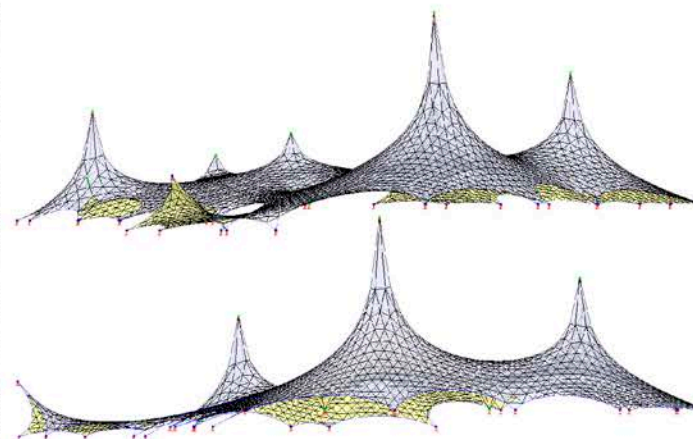
PLANTA DE PARTIDA AÑADIR Z



LOCALIZACIÓN POR COORDENADAS
DE LOS MÁSTILES



EXTRUSIÓN ANTURAS



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA

2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL

3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO

4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)

5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS

6. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS

7. > EXTRUSIÓN DEL PROYECTO

8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA

9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE

10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES

11. LIBERACIÓN DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR

12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN

13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS

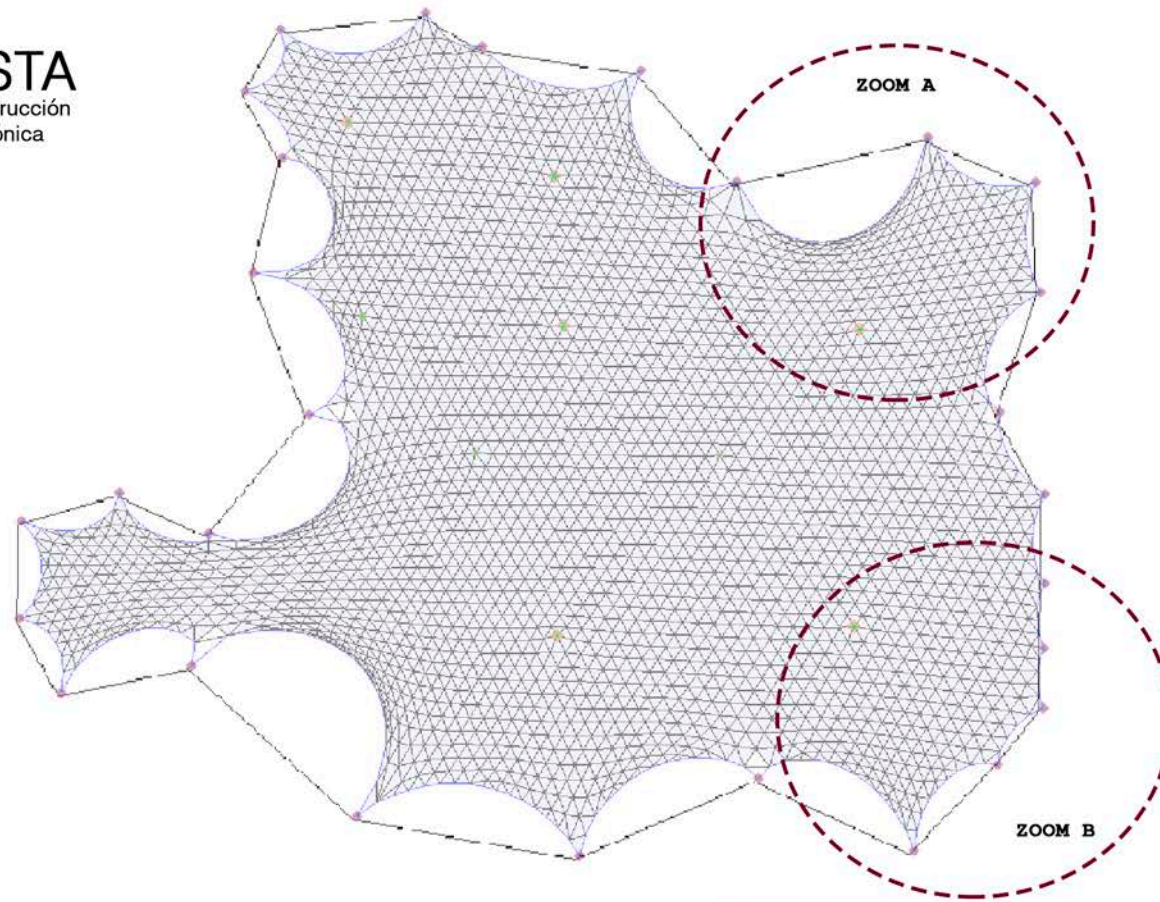
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES

15. FORMA FINAL

PROPUESTA

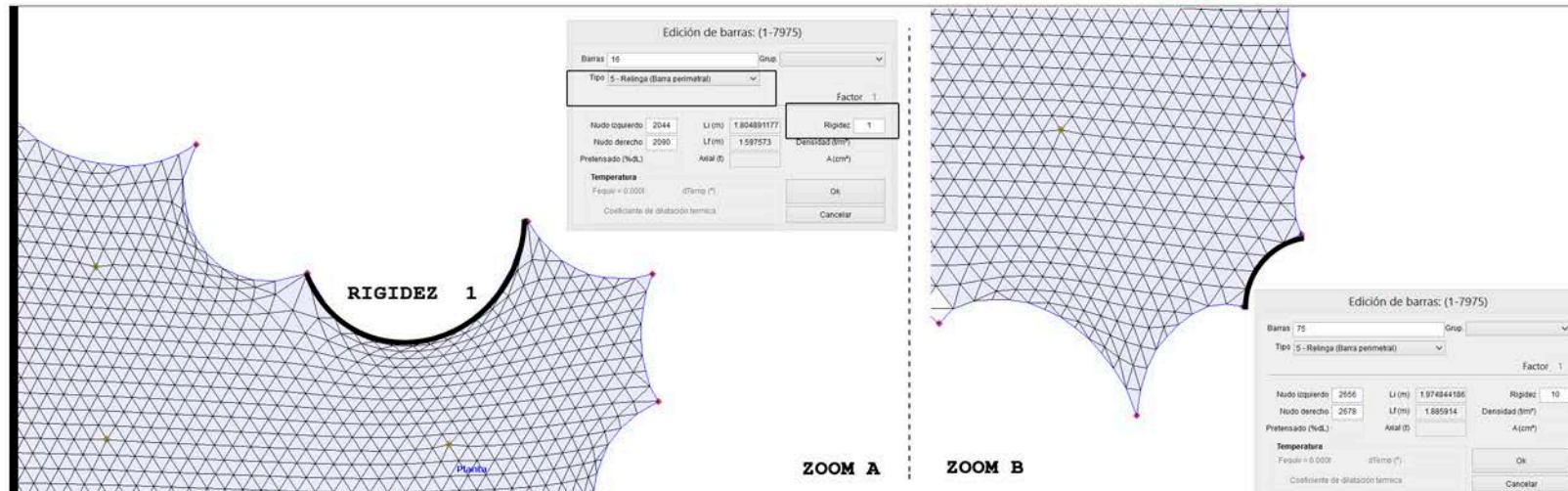
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica

W
I
N
T
E
S
S



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. > MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDEZES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDEZES DE LOS CABLES
11. LIBERACIÓN DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

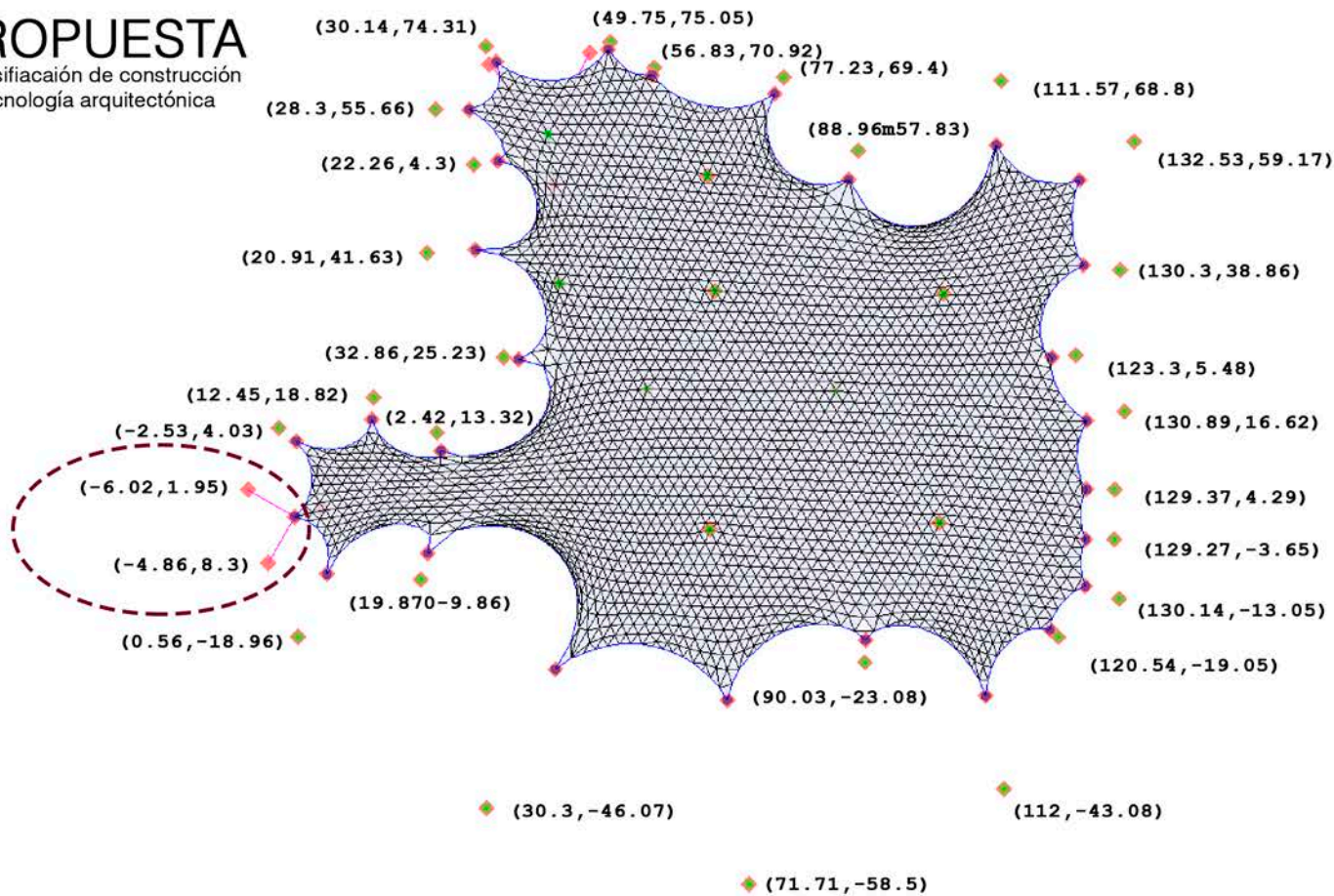


PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

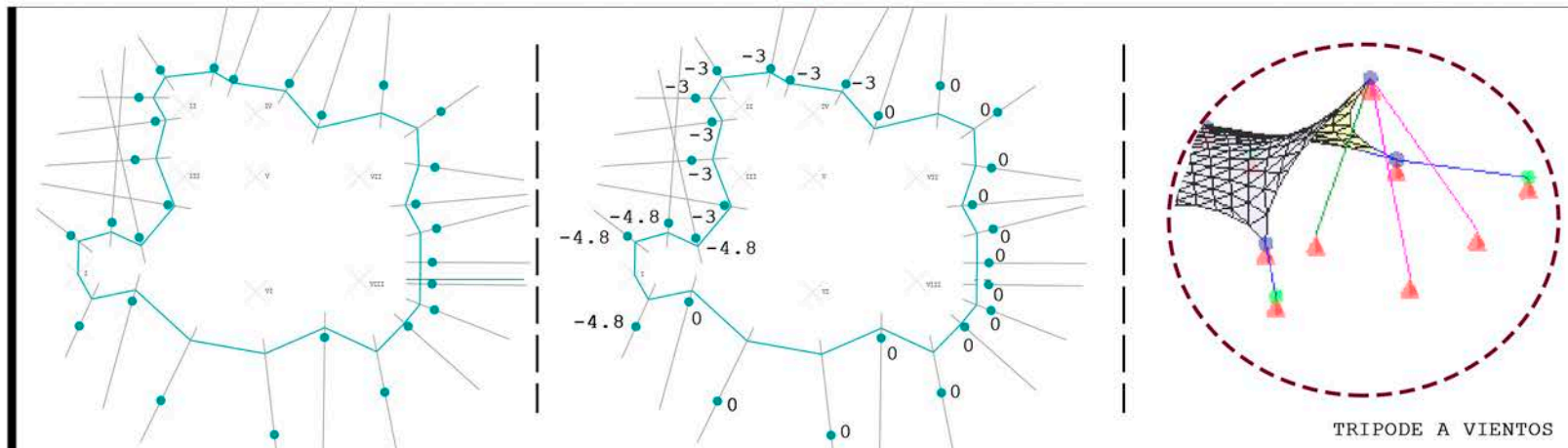
PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. > CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

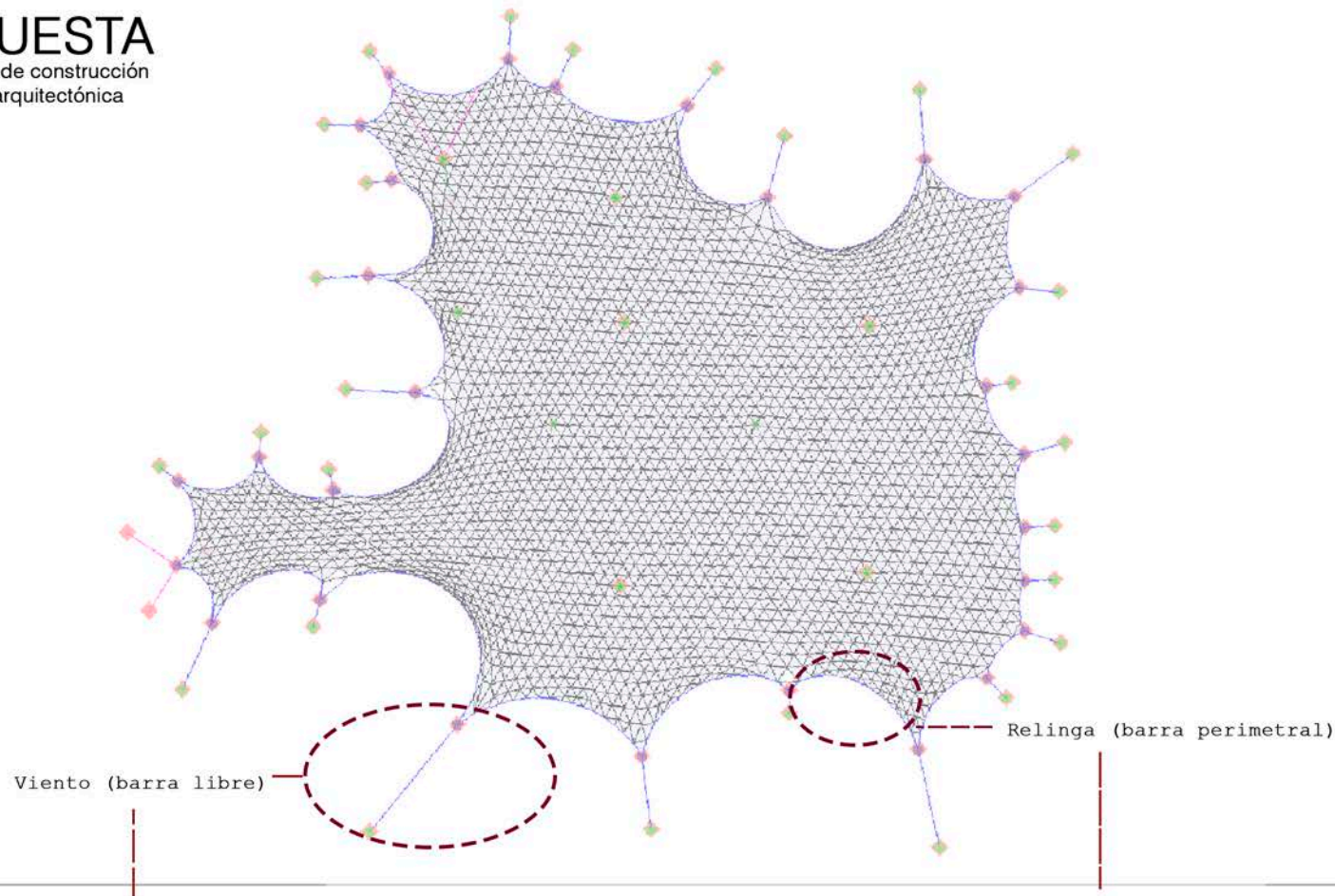


PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECE PARA ADAPTARNOS ALA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE

10. > REAJUSTE DE FORMA RERIMETRAL CON RIGIDECE DE LOS CABLES

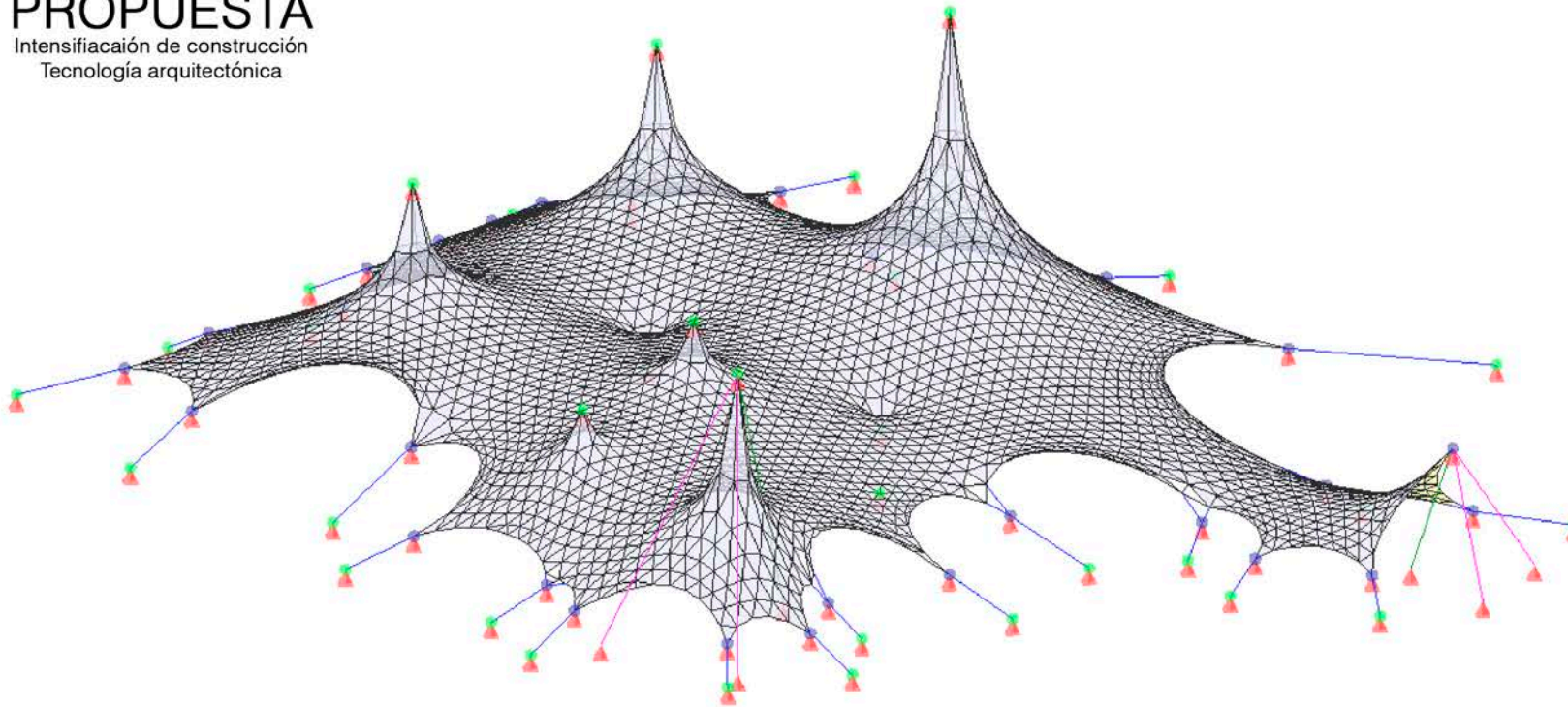
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

Barras	7852	Grup.	
Tipo	6 - Viento (Barra libre)	Def.	WS-2-(34mm)Galv
	(Cable 159)	Factor	1
<input type="checkbox"/> Li = Lf			
Nudo izquierdo	194	Li (m)	18.16401077
Nudo derecho	438	Lf (m)	18.20957
Pretensado (t)	0.0	Axial (t)	31.292
		E (t/cm²)	1635.
		Densidad (t/m²)	7.85
		A (cm²)	7.63
Temperatura			
Fequiv = 0.000t	dTemp (°)	Ok	
Coeficiente de dilatación termica		0.000011	
		Cancelar	

Barras	107	Grup.	
Tipo	5 - Relinga (Barra perimetral)	Def.	1x91-(36mm)Inox
	(Cable 13)	Factor	1
<input type="checkbox"/> Li = Lf			
Nudo izquierdo	1574	Li (m)	1.798110486
Nudo derecho	1618	Lf (m)	1.799646
Pretensado (t)	0.0	Axial (t)	8.876
		E (t/cm²)	1380.
		Densidad (t/m²)	7.85
		A (cm²)	7.53
Temperatura			
Fequiv = 0.000t	dTemp (°)	Ok	
Coeficiente de dilatación termica		0.000011	
		Cancelar	

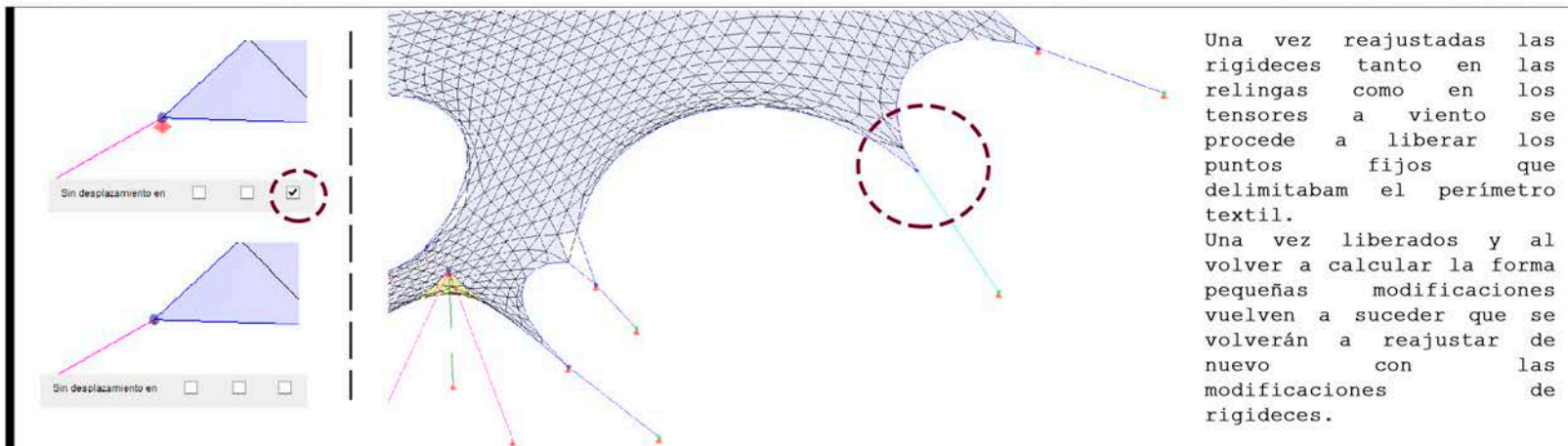
PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

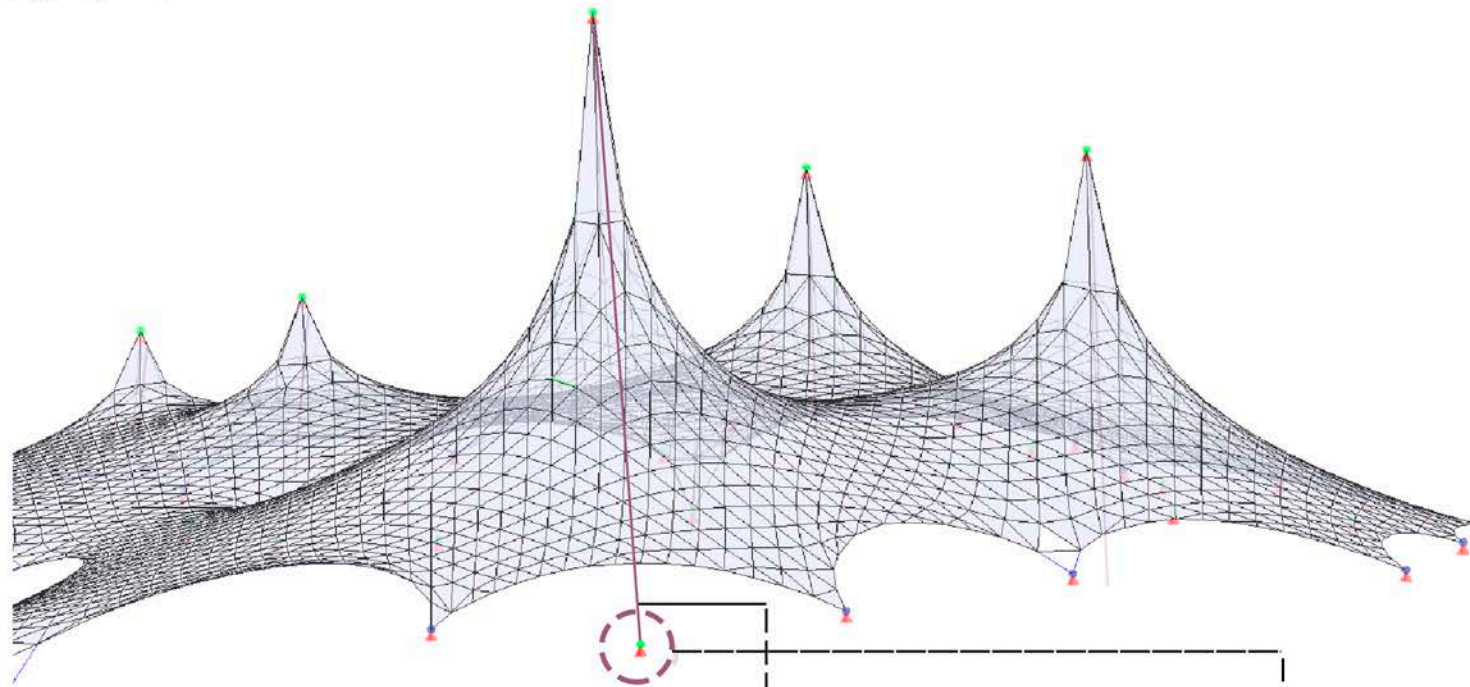
1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. > LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL



Una vez reajustadas las rigideces tanto en las relingas como en los tensores a viento se procede a liberar los puntos fijos que delimitaban el perímetro textil.
Una vez liberados y al volver a calcular la forma pequeñas modificaciones vuelven a suceder que se volverán a reajustar de nuevo con las modificaciones de rigideces.

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



Edición de barras: (1-7939)

Barras: 7937 Grup: ▼

Tipo: 0 - Tubo (tracción y compresión) Def: Ø500-15_S355 ▼

Nudo izquierdo	1189	Li (m)	38.02650653	E (t/cm²)	2100
Nudo derecho	1240	Lf (m)	38.01324	Densidad (t/m³)	7.85
Pretensado (kN)	0.0	Axial (t)	-167.384	A (cm²)	228.556

☐ Li = Lf

Temperatura

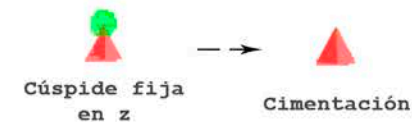
Fequiv = 0.000t dTemp (°)

Coeficiente de dilatación termica 0.000011

Ok

Cancelar

Creación de los mástiles
a través de tubos a
compresión.
Estarán contruidos a
través de acero de S325

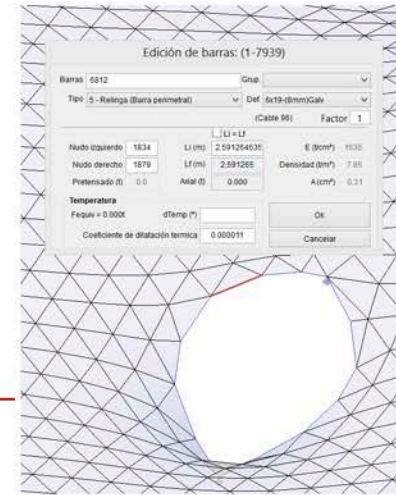
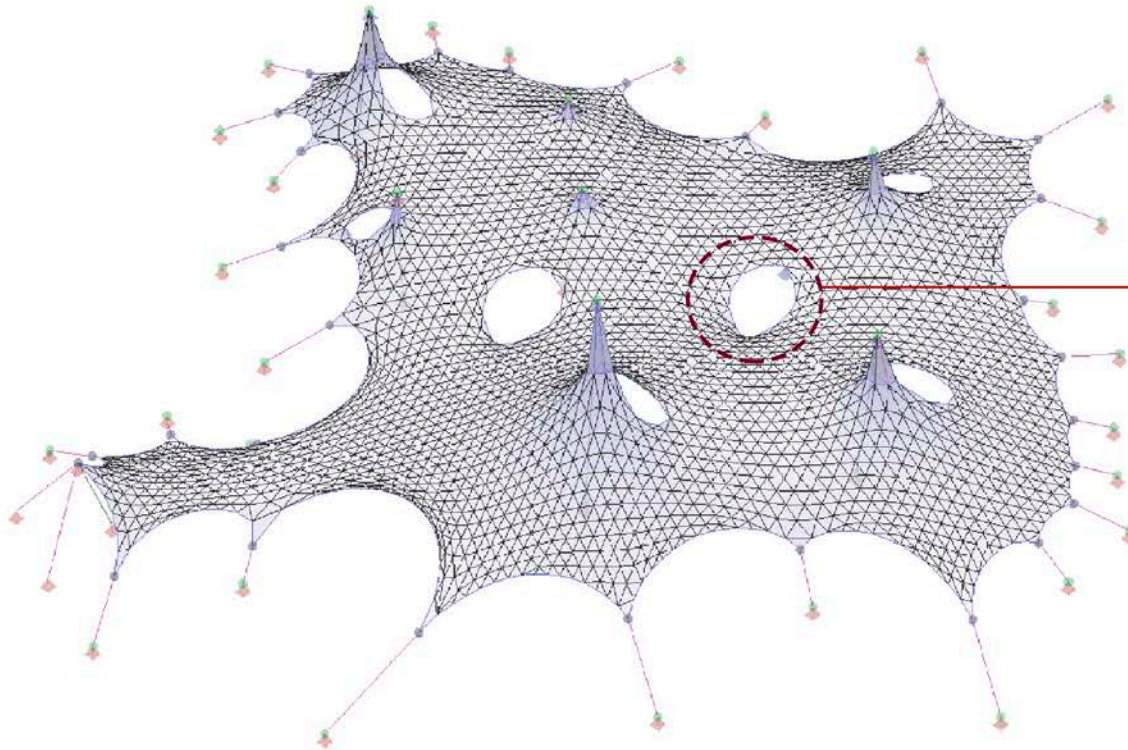


BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALICACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS ALA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA RERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. > MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL

PROPUESTA

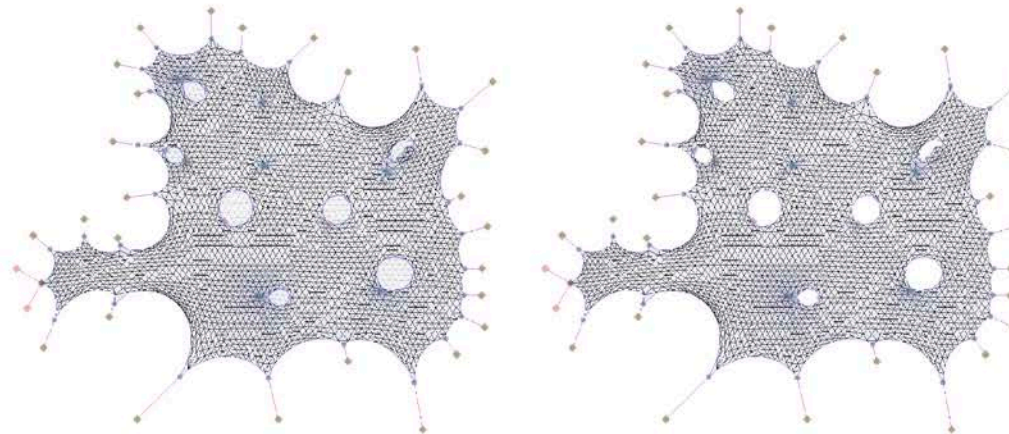
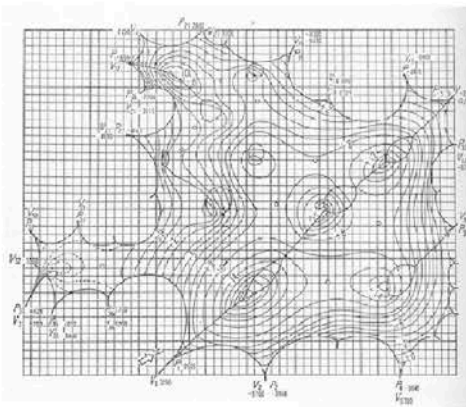
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



Para la recreación de las lágrimas lo que se ha realizado es ir modificando el contorno aproximado de las lágrimas convirtiendo esos cables de membrana en relingas. Hasta adoptar la forma deseada se fueron modificando las rigideces de cada nueva relinga

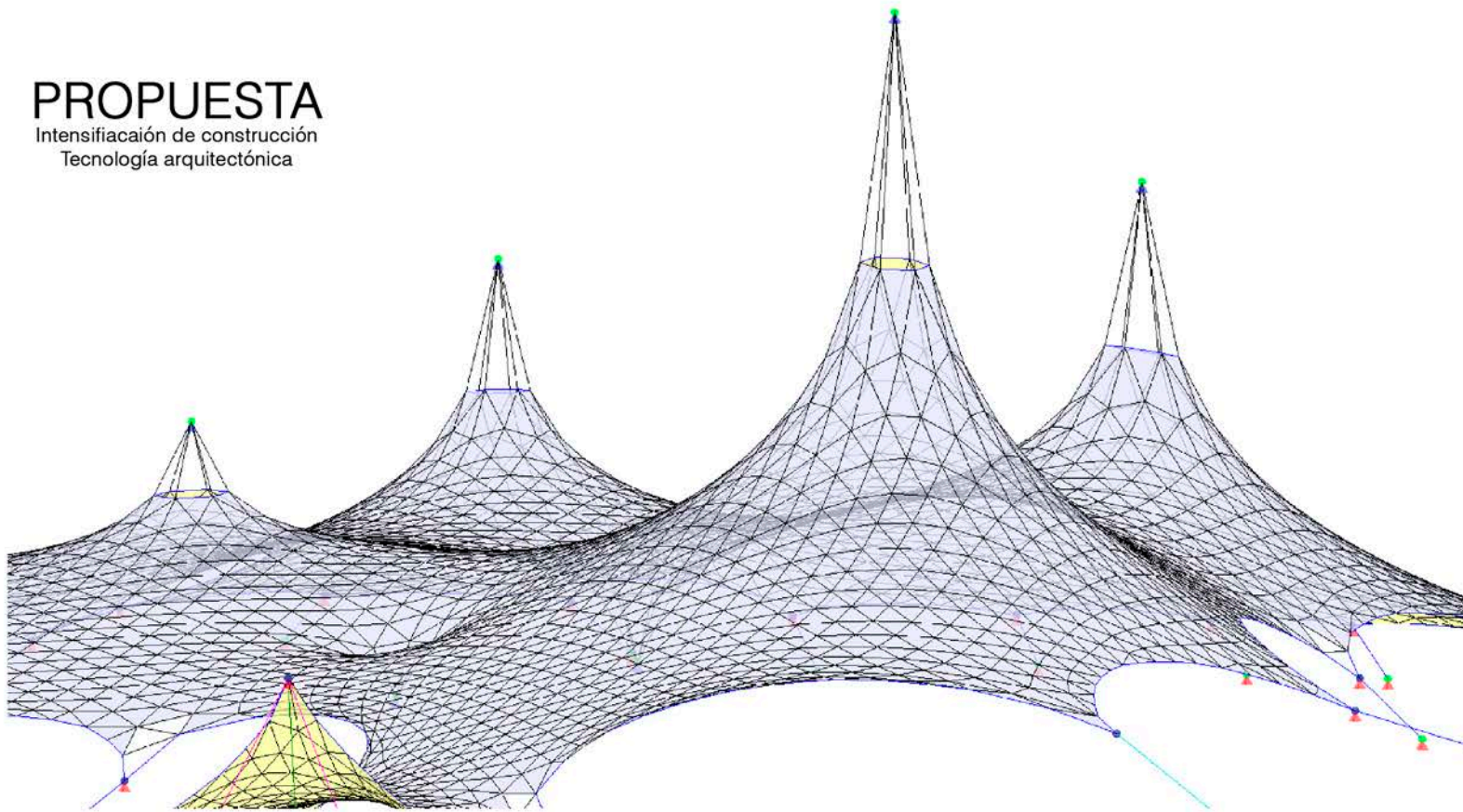
BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. > CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL



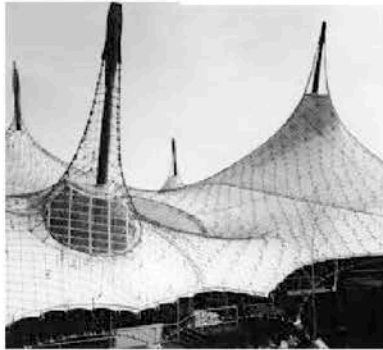
PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



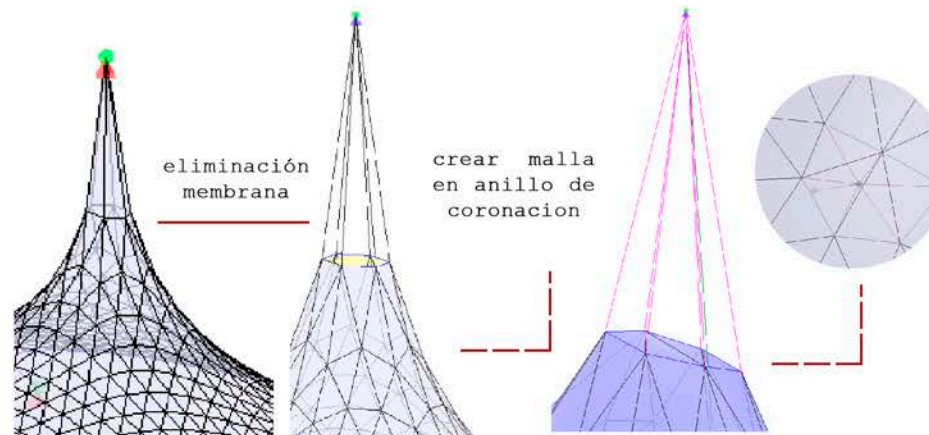
BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCION DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CALCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACION DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. > QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. FORMA FINAL



Metalocus magazine
Art.11/03/2015

FREI OTTO, PABELLÓN ALEMÁN, EXPO 1967

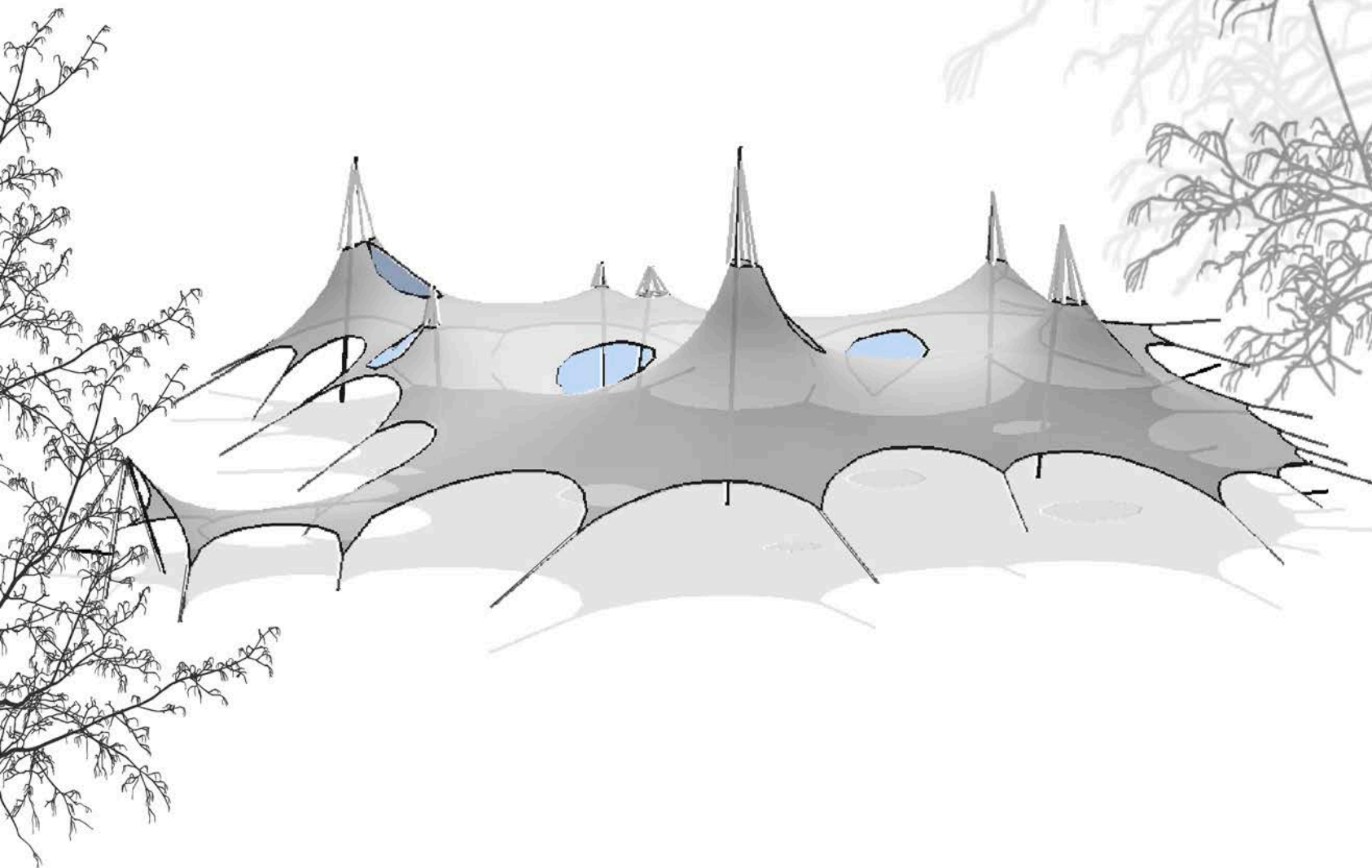


PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



BÚSQUEDA DE FORMA

1. PLANTA GENERAL DEL PROYECTO DE PARTIDA
2. EXTRACCIÓN DE PROYECTO DE PARTIDA
COORDENADAS PERIMETRALES Y APROXIMACIÓN DE CURVATURA PERIMETRAL
3. MODIFICACIÓN DE LA ESQUINA DE LA PARTE SUR PARA EVITAR PROBLEMAS POSTERIORES EN EL CÁLCULO
4. COORDENADAS PERIMETRALES (XY) Y ALTURAS _ ALTURAS PERIMETRALES (HABLANDO DE COORDENADAS TEXTILES)
5. LOCALIZACIÓN DE LOS MÁSTILES INTERIORES Y DE LOS HUECOS COORDENADAS Y ALTURAS
6. INTRODUCCIÓN DEL PROYECTO EN 2D EL PROGRAMA DE ESTRUCTURA TEXTIL WINTESS
7. EXTRUSIÓN DEL PROYECTO
8. MODIFICACIÓN EN LAS RIGIDECES PARA ADAPTARNOS A LA FORMA
9. CÁLCULO DE BISECTRICES EN LOS PUNTOS DE ANCLAJE DEL TEXTIL PARA POSICIONAR LOS CABLES DE ANCLAJE
10. REAJUSTE DE FORMA PERIMETRAL CON RIGIDECES DE LOS CABLES
11. LIBERACIÓN DE LOS ANCLAJES TEXTILES Y VOLVER A AJUSTAR
12. MÁSTILES A TRAVÉS DE TUBOS DE COMPRESIÓN
13. CREACIÓN DE LÁGRIMAS
14. QUITAR TEXTIL DE LA PARTE SUPERIOR DE LOS MÁSTILES
15. > FORMA FINAL

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



Para tener un valor más aproximado de la velocidad máxima del viento y la más desfavorable para introducir en el proyecto recurrimos a la base de datos de los últimos 25 años de Montreal donde encontramos dicho valor en el año 2012 y con una velocidad de 83.0km/h

Parámetros climáticos promedio de Montreal (Aeropuerto Internacional Pierre Elliott Trudeau) 1981-2010														[ocultar]
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual	
Temperatura máxima absoluta (°C)	13.9	15.0	25.6	30.0	34.7	35.0	35.6	37.6	33.5	28.3	21.7	18.0	37.6	
Temperatura máxima media (°C)	-5.3	-3.2	2.5	11.6	18.9	23.9	26.3	25.3	20.6	13.0	5.9	-1.4	11.5	
Temperatura media (°C)	-9.7	-7.7	-2.0	6.4	13.4	18.6	21.2	20.1	15.5	8.5	2.1	-5.4	6.8	
Temperatura mínima media (°C)	-14.0	-12.2	-6.5	1.2	7.9	13.2	16.1	14.8	10.3	3.9	-1.7	-9.3	2.0	
Temperatura mínima absoluta (°C)	-37.8	-33.9	-29.4	-15.0	-4.4	0.0	6.1	3.3	-2.2	-7.2	-19.4	-32.4	-37.8	
Precipitación total (mm)	77.2	62.7	69.1	82.2	81.2	87.0	89.3	94.1	83.1	91.3	96.4	86.8	1000.3	
Lluvias (mm)	27.3	20.9	29.7	67.7	81.2	87.0	89.3	94.1	83.1	89.1	76.7	38.8	784.9	
Nevadas (cm)	49.5	41.2	36.2	12.9	0.02	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	19.0	48.9	209.5	
Días de precipitaciones (≥ 0.2 mm)	16.7	13.7	13.6	12.9	13.6	13.3	12.3	11.6	11.1	13.3	14.8	16.3	163.3	
Días de lluvias (≥ 0.2 mm)	4.2	4.0	6.9	11.6	13.6	13.3	12.3	11.6	11.1	13.0	11.7	5.9	119.1	
Días de nevadas (≥ 0.2 cm)	15.3	12.1	9.1	3.2	0.07	0.0	0.0	0.0	0.0	0.72	5.4	13.0	58.9	
Horas de sol	101.2	127.8	164.3	178.3	228.9	240.3	271.5	246.3	182.2	143.5	83.6	83.6	2051.3	
Humedad relativa (%)	74.6	73.5	73.1	72.4	73.6	78.0	81.0	84.7	86.3	83.7	80.8	79.3	78.4	
[cita requerida]														

Meses de Enero y Diciembre presentan la mayor cantidad de nieve de unos 0.5 cm de espesor

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE

Esquemas climáticos

- CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
- CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
- VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
- CURVAS DE NIVEL
- DESAGÜE LLUVIA
- CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
- RESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

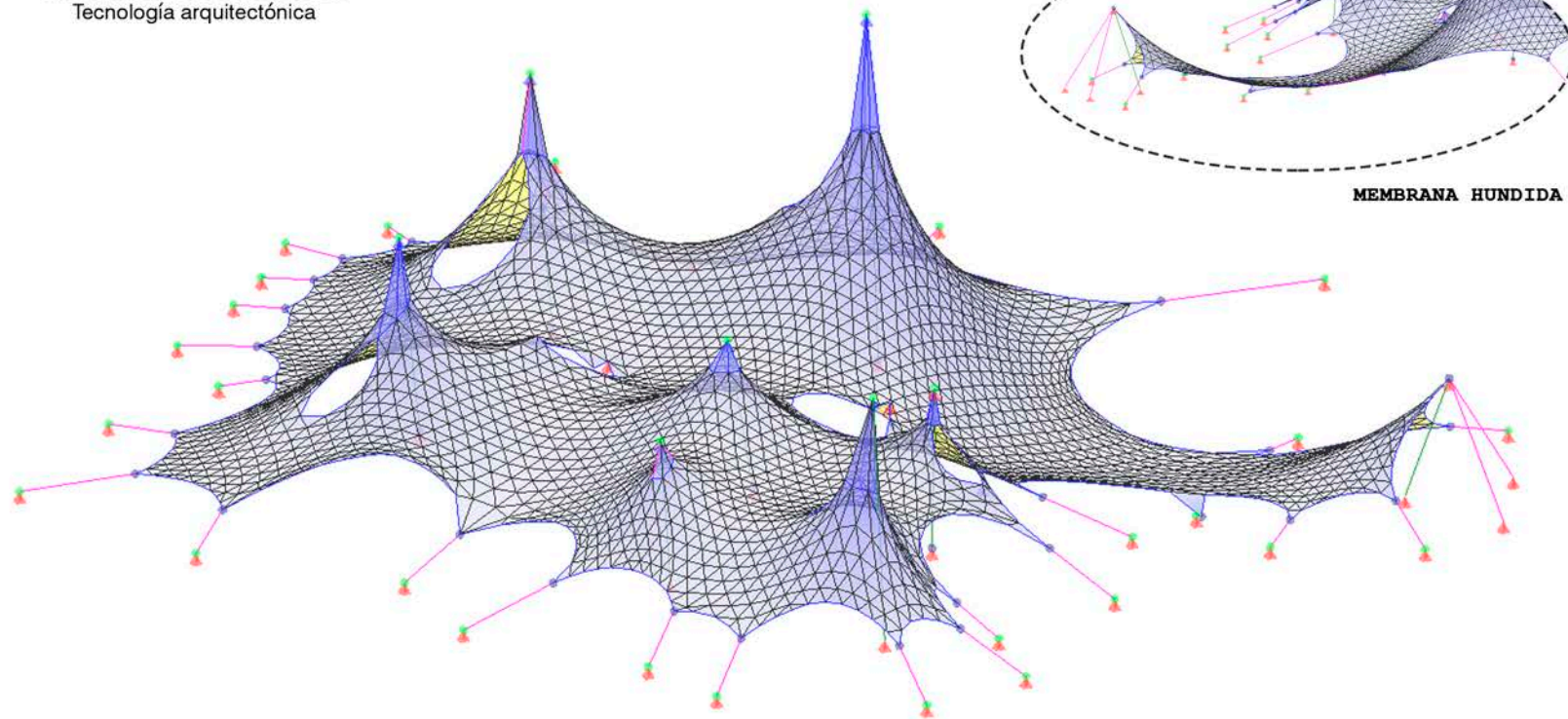
Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



MEMBRANA HUNDIDA

CÁLCULO

1. > CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE

Cálculos no válidos

2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado

3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo

4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas

5. CURVAS DE NIVEL

6. DESAGÜE LLUVIA

7. CIMENTACIONES

Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores

8. PRESUPUESTO

Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773

Número de barras = 7939

Número de tubos = 8

Número de elementos = 5130

Número de cables = 445

Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²

Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg

Peso de la membrana = 8657.45 kg

E membrana = 800.00 T/m

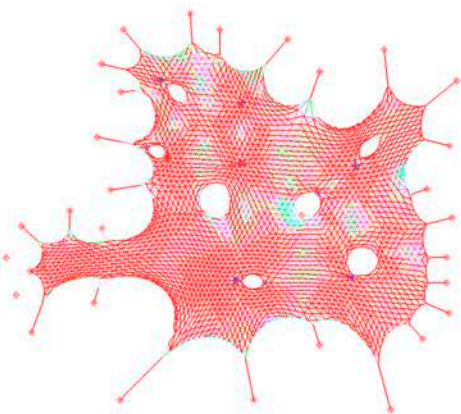
Cargas exteriores finales:

Nieve = 50

Viento = 78.1 km/h

Presión interna = 0.0 kg/m²

CABLES CON RATIO INADMISIBLE



TIPO DE MEMBRANA

Membrana

Ferrari-Fluotop-T2-502

Resistencia Rk (daN/5cm) 250/250

Módulo de Elasticidad (t/m) 30/30

Elasticidad diagonal (t/m) 18

Peso (kg/m²) 0.590

Coefficiente de seguridad 5

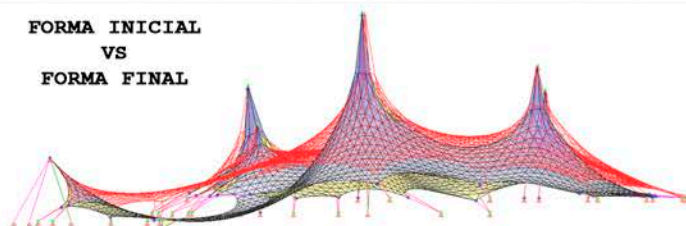
Pretensado (%) 0/0

Urdimbre/Trama

TIPOS DE CABLES

Orden	Material	Ratio 1	Elemento	Cable	Longitud	Superficie de la membrana	Ratio
10	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
11	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
12	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
13	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
14	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
15	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
16	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
17	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
18	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
19	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
20	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
21	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
22	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
23	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
24	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
25	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
26	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
27	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
28	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
29	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
30	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
31	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
32	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
33	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
34	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
35	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
36	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
37	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
38	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
39	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
40	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
41	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
42	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
43	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
44	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
45	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
46	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
47	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
48	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
49	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
50	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
51	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
52	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
53	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
54	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
55	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
56	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
57	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
58	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
59	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
60	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
61	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
62	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
63	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
64	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
65	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
66	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
67	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
68	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
69	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
70	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
71	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
72	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
73	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
74	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
75	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
76	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
77	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
78	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
79	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
80	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
81	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
82	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
83	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
84	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
85	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
86	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
87	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
88	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
89	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
90	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
91	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
92	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
93	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
94	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
95	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
96	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
97	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
98	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
99	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11
100	1 - Rango	2.383	1.779	Barra Ø10mm	2483.240	2483.240	0.11

FORMA INICIAL VS FORMA FINAL



Cargas superficiales

Viento

Velocidad real

Viento X (km/h) 50

Viento Y (km/h) 60

Viento (total) = 78.1 km/h = 21.7 m/s

W = 29.4 kg/m²

Cp manual

Tipo de edificio (Cp) Abierto (1)

Cp = Coeficientes eólicos (-)presión (+)succión (Ángulo entre la normal a la superficie y la dirección del viento)

180°	170°	160°	150°	140°	130°	120°	110°	100°	90°	80°	70°	60°	50°	40°	30°	20°	10°	0°
-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.0	-0.8	0	0	0	0	0	0	0	0

Nieve (kg/m²) 50

Presión interna (kg/m²) 0

Pretensado de la membrana (%) 0/0

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica

CAMBIO DE MEMBRANA_FIBRA DE VIDRIO + PTFE

Las telas de fibra de vidrio con impregnación de PTFE son tejidos que se caracterizan por:

- la alta antiadhesividad de su superficie
- resistente a agentes químicos
- gran resistencia mecánica
- gran resistencia a la atoxicidad, la incombustibilidad y al ataque de aceites, tintas, barnices y pegamentos.
- Bajo nivel de fricción
- Excelente resistencia a temperatura extremas (frío y calor) Resistencia química
- Apto para uso con producto alimentario
- Elevada resistencia dieléctrica
- Estabilidad dimensional bajo calor y presión

Tienen una gran variedad, teniendo un ancho estándar de hasta 1000 mm. Pueden ser con o sin adhesivo, en rollos de distintos anchos.

También existen telas de mayor impregnación, que poseen un mayor espesor de la capa de PTFE, lo que permitirá mayor duración logrando menores paradas de maquina.



PROPIEDADES Y DATOS USADOS EN EL PROYECTO

- PESO: 1.15 gr/m²
- E: 800 t/m
- RESISTENCIA ROTURA:
7000 N/5cm si es hilo en urdimbre
6000 N/5cm si es hilo en trama
- RESISTENCIA AL DESGARRO: 500 N
- TRANSMISIÓN LUMÍNICA : 12-14%
- Tª UTILIZACIÓN: 80° - 250°
- DURABILIDAD: 35 años

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. > CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. RESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

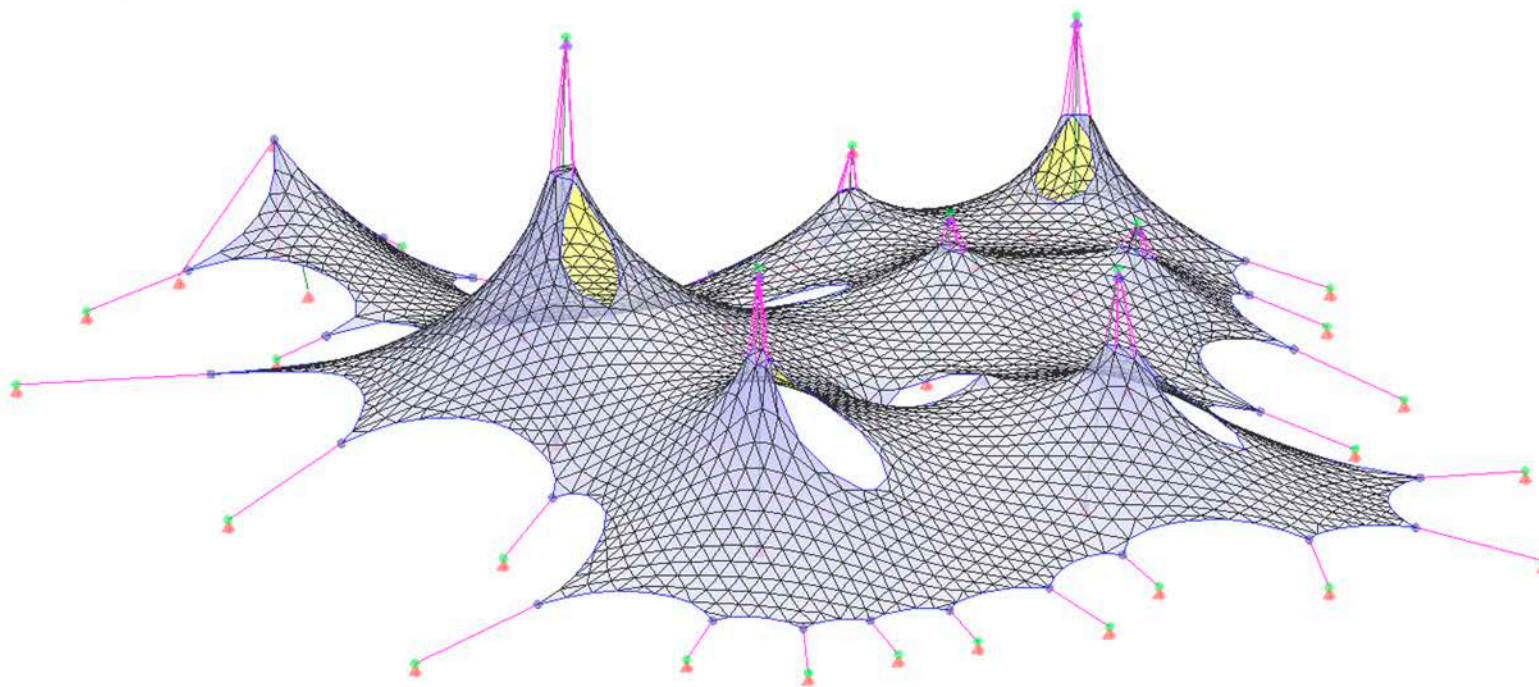
Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

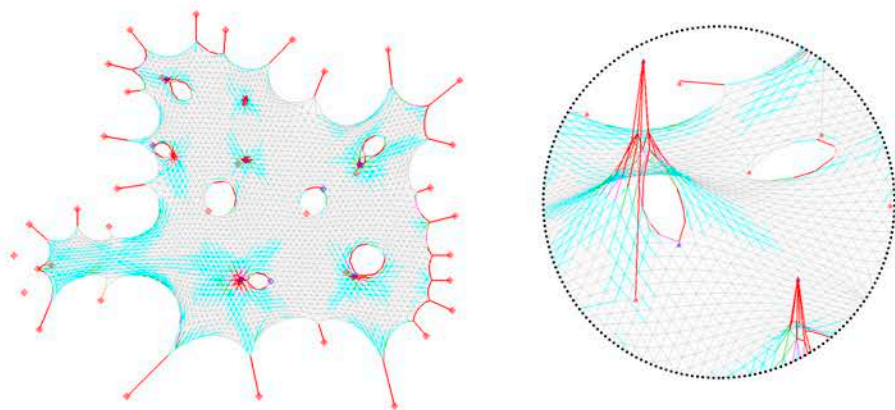
Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna= 0.0kg/m²

PROPUESTA

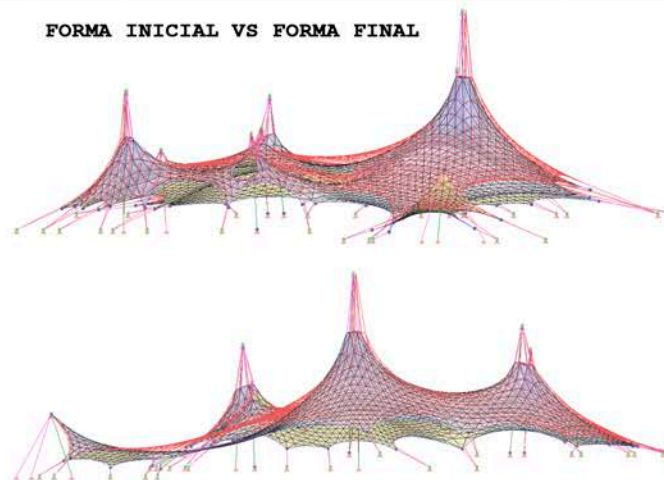
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



CABLES CON RATIOS INADMISIBLES



FORMA INICIAL VS FORMA FINAL



CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. > CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. RESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

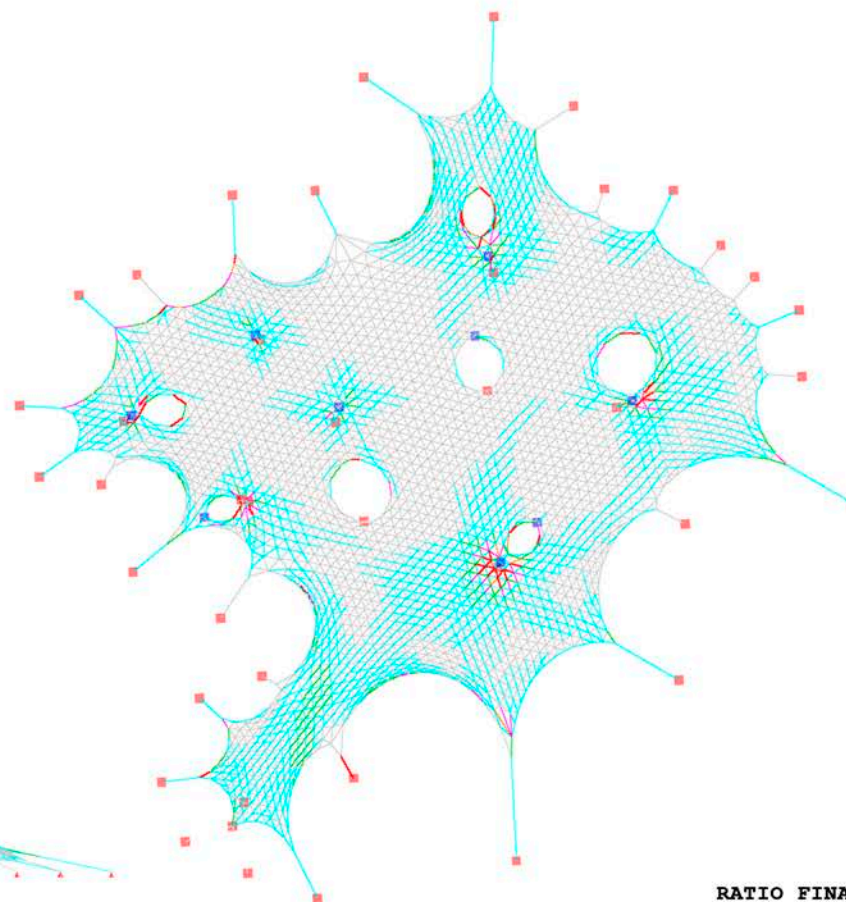
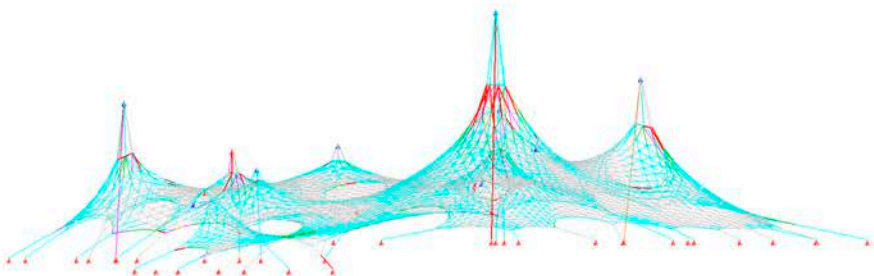
Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica

Membrana	
PTFE	
Resistencia Rk (daN/5cm)	1400/1400
Módulo de Elasticidad (t/m)	800/800
Elasticidad diagonal (t/m)	800
Peso (kg/m²)	1.150
Coefficiente de seguridad	1.5
Pretensado (%) (Urdimbre/Trama)	0/0



RATIO FINAL

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. > CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

TIPOS DE TUBOS

Tubos (Num.Tub = 8)							
Aceptar	Inicializar	Ratio > 1	Imprimir	Guardar	F=1.50	Export CSV (Excel)	Cancelar
Num	Barra	Rig.	Código	Axial (t)	Tensión (kg/cm²)	Ratio	
1	7822		Ø400-10_S235	0.000	63.9	0.04	
2	7825		Ø500-15_S235	97.544	1338.9	0.85	
3	7934		Ø450-10_S235	-30.840	-331.4	0.21	
4	7935		Ø500-15_S235	0.000	19.4	0.01	
5	7936		Ø500-15_S235	103.590	1556.2	0.99	
6	7937		Ø500-15_S355	-152.222	-5996.4	2.13	
7	7938		Ø500-15_S235	43.824	501.5	0.32	
8	7939		Ø500-15_S235	18.196	156.2	0.10	

TIPOS DE CABLES

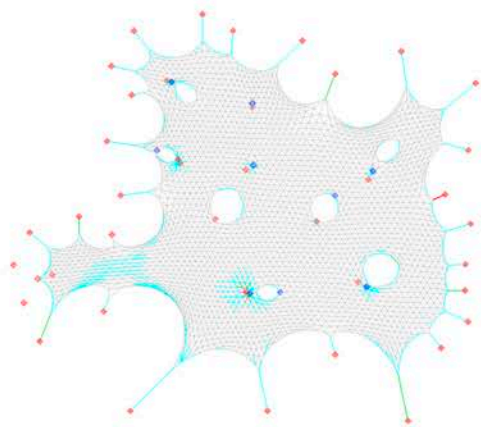
Cables						
Guardar	Inicializar	Ratio > 1	Eliminar	Crea	Imprimir	F=1.5
Num	Tipo	Longitud	Axial (t)	Código	Números de las barras	Ratio
1	5 - Relinga	24.484	7.483	6x19-(32mm)/Galv	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10	0.19
2	5 - Relinga	36.002	10.885	WS-2-(44mm)/Galv	11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23	0.28
3	5 - Relinga	14.632	6.994	6x19-(28mm)/Galv	24,25,26,27,28,29,30,31,32	0.23
4	5 - Relinga	10.885	10.926	6x19-(32mm)/Galv	33,34,35,36,37,38,39,40	0.27
5	5 - Relinga	20.127	15.657	6x19-(26mm)/Galv	41,42,43,44,45,46,47,48,49	0.39
6	5 - Relinga	11.127	9.752	6x19-(26mm)/Galv	50,51,52,53,54,55	0.27
7	5 - Relinga	11.024	6.577	6x19-(26mm)/Galv	56,57,58,59,60,61,62	0.26
8	5 - Relinga	8.062	4.487	6x19-(26mm)/Galv	63,64,65,66,67	0.17
9	5 - Relinga	6.496	6.651	6x19-(28mm)/Galv	68,69,70,71,72	0.22
10	5 - Relinga	8.591	6.389	6x19-(28mm)/Galv	73,74,75,76,77	0.21
11	5 - Relinga	17.824	22.276	6x19-(28mm)/Galv	78,79,80,81,82,83,84,85,86	0.72
12	5 - Relinga	27.367	33.885	1x91-(34mm)/Inox	87,88,89,90,91,92,93,94,95,96,97,98,99	0.66

PABELLÓN ALEMÁN

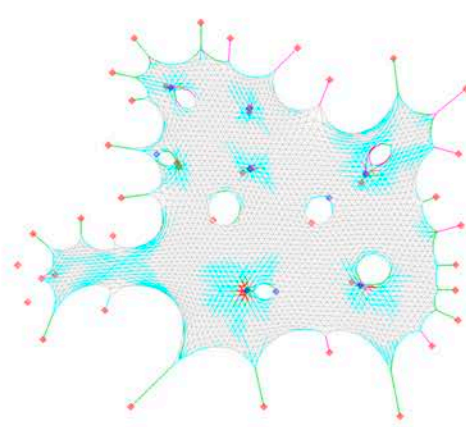
EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

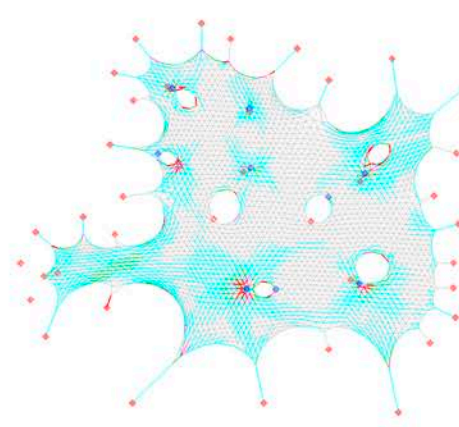
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



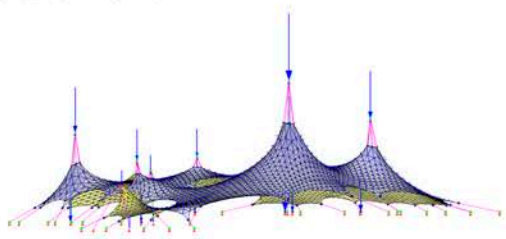
RATIO VIENTO



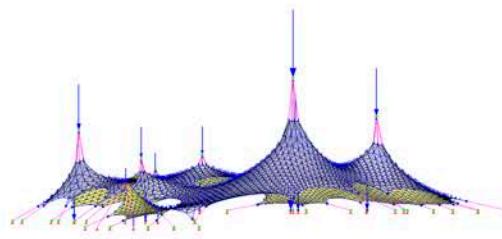
RATIO NIEVE



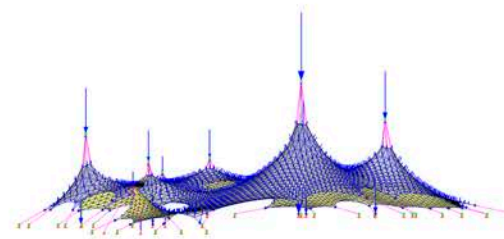
RATIO VIENTO + NIEVE



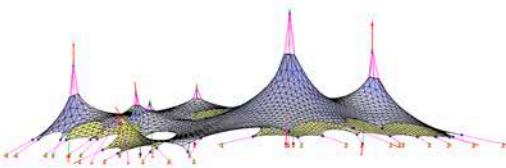
CARGAS VIENTO



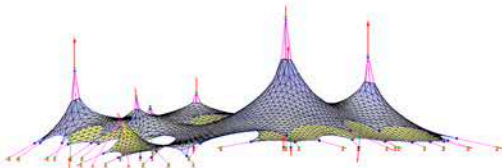
CARGAS NIEVE



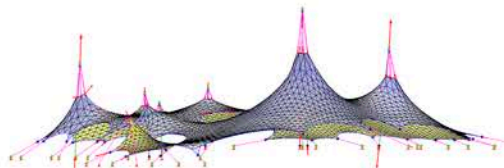
CARGAS VIENTO + NIEVE



REACCIONES VIENTO



REACCIONES NIEVE



REACCIONES VIENTO + NIEVE

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. > **VARIANTES SEGÚN CARGAS**
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

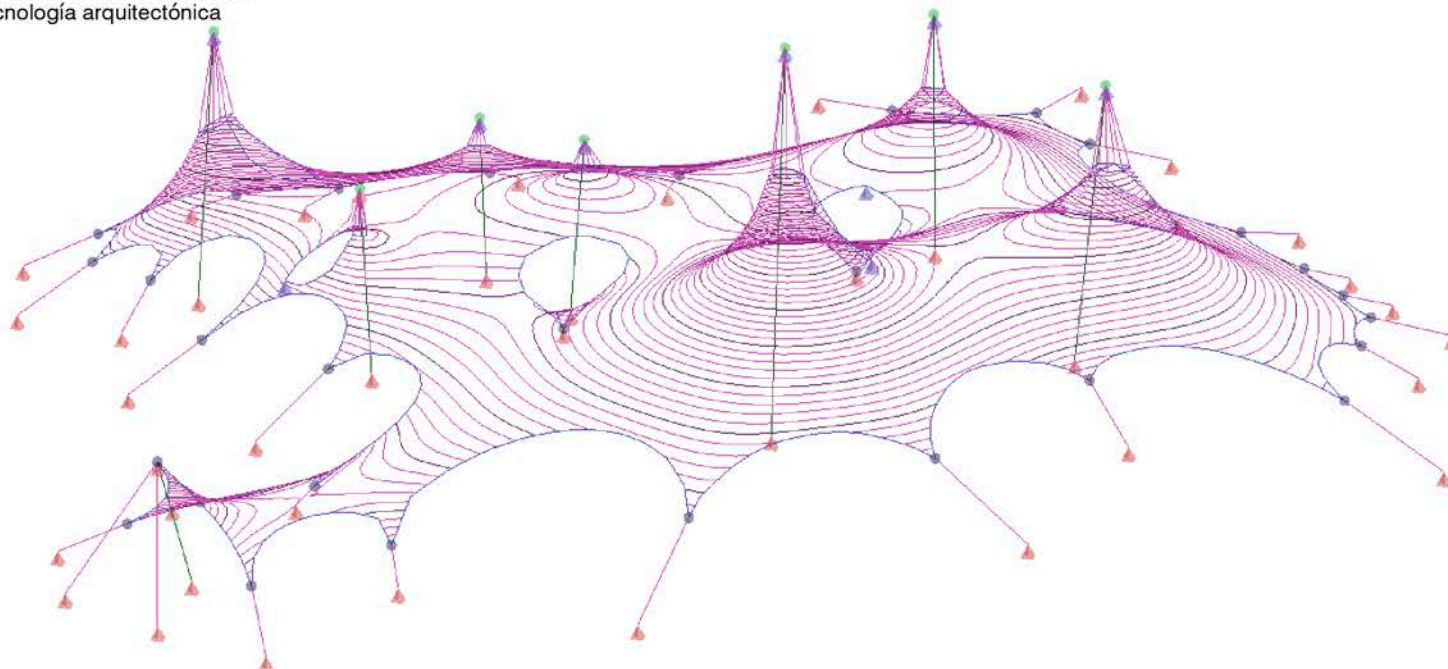
Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. > CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

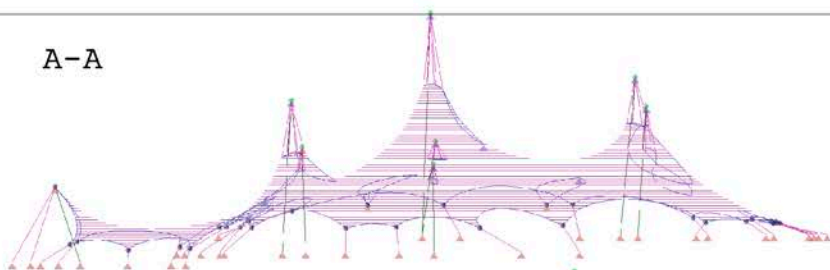
Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

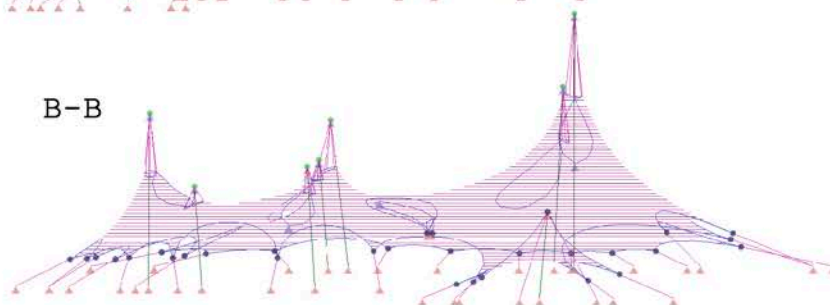
Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

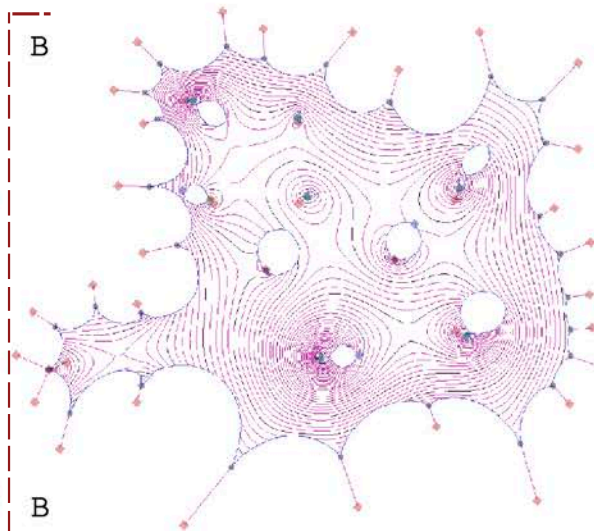
A-A



B-B



B



A

B

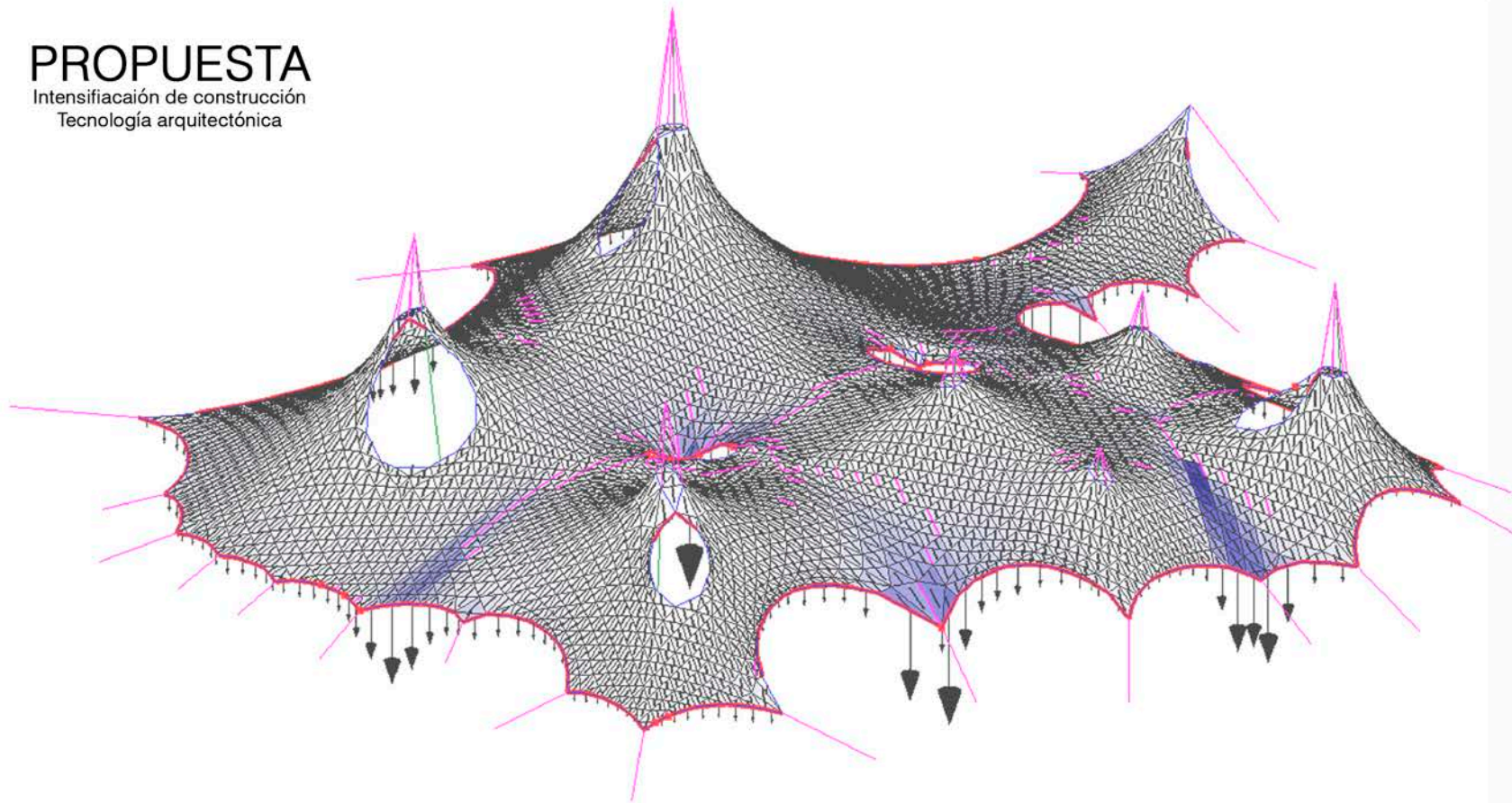
A

PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. > DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

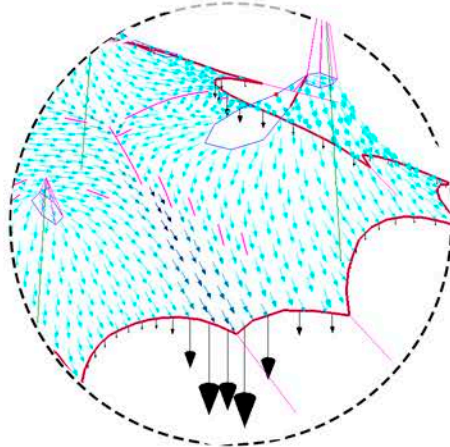
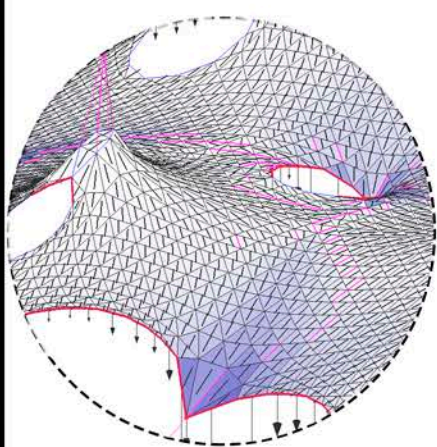
Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²

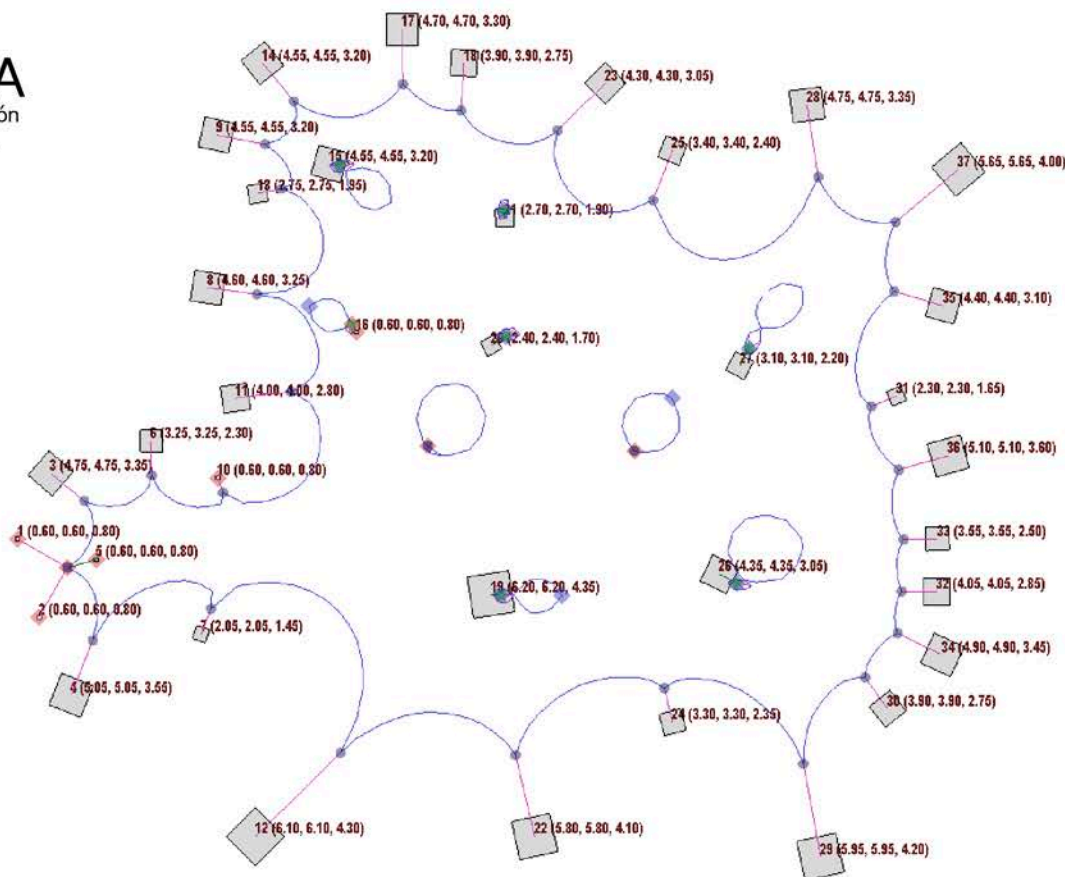


PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. > CIMENTACIONES
 - 7.1 Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
 - 7.2 Tabla de dimensiones y esfuerzos
8. PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

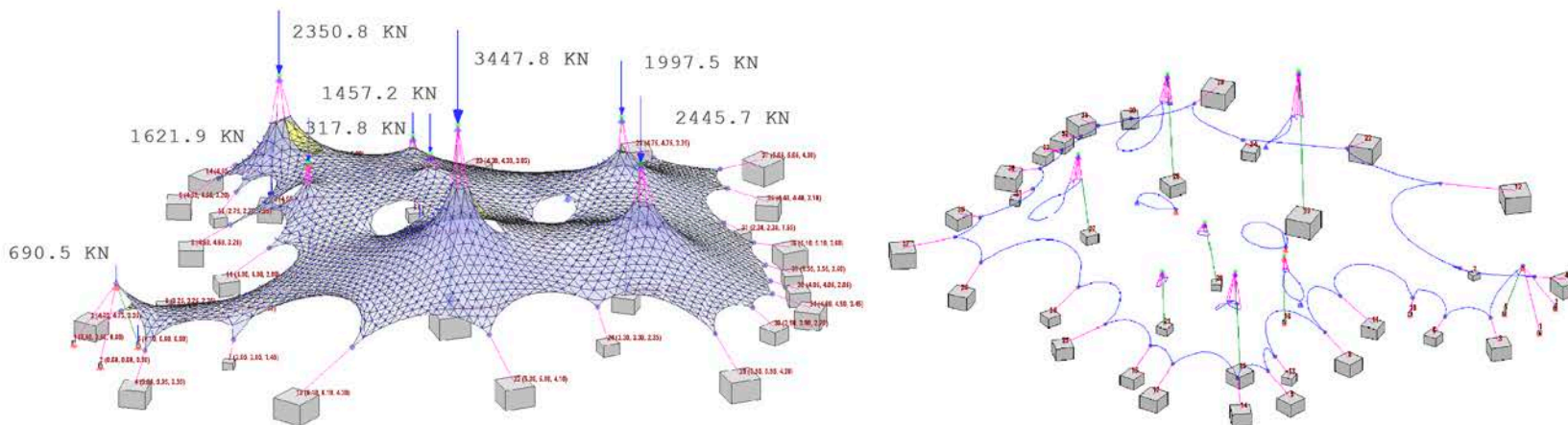
Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna = 0.0kg/m²



PABELLÓN ALEMÁN

EXPO '67_MONTREAL (CANADÁ) _ FREI OTTO/ROLF GUTBROD _ ARQUITECTURA TEXTIL _ ANÁLISIS DEL EDIFICIO

Intensifiacaión de construcción
Tecnología arquitectónica

Zapata	Nudo	Fh	Fv	Mom.	A	B	H	Vol.	Peso	Ratio
0	t	t	tm	m	m	m	m	m³	t	
1	1 0.00	-0.01	0.00	0.60	0.60	0.80	0.29	0.662	0.06	
2	2 0.00	-0.01	0.00	0.60	0.60	0.80	0.29	0.662	0.06	
3	3 29.92	13.67	0.00	4.75	4.75	3.35	75.58	173.844	0.98	
4	9 36.18	14.67	0.00	5.05	5.05	3.55	90.53	208.228	1.00	
5	25 0.00	-0.66	0.00	0.60	0.60	0.80	0.29	0.662	0.34	
6	97 9.78	3.35	0.00	3.25	3.25	2.30	24.29	55.876	1.00	
7	151 2.44	1.23	0.00	2.05	2.05	1.45	6.09	14.015	0.99	
8	157 27.23	15.22	0.00	4.60	4.60	3.25	68.77	158.171	0.98	
9	166 25.77	14.96	0.00	4.55	4.55	3.20	66.25	152.370	0.97	
10	168 0.07	0.05	0.00	0.60	0.60	0.80	0.29	0.662	0.33	
11	180 17.70	9.98	0.00	4.00	4.00	2.80	44.80	103.040	0.99	
12	194 62.70	11.02	0.00	6.10	6.10	4.30	160.00	368.008	0.98	
13	197 5.72	6.45	0.00	2.75	2.75	1.95	14.75	33.918	0.96	
14	201 25.82	14.56	0.00	4.55	4.55	3.20	66.25	152.370	0.97	
15	385 6.29	99.22	0.00	4.55	4.55	3.20	66.25	152.370	0.98	
16	520 0.00	-1.62	0.00	0.60	0.60	0.80	0.29	0.662	0.73	
17	757 28.83	13.71	0.00	4.70	4.70	3.30	72.90	167.663	0.99	
18	1058 16.68	9.38	0.00	3.90	3.90	2.75	41.83	96.203	0.99	
19	1189 4.42	-170.74	0.00	6.20	6.20	4.35	167.21	384.593	0.99	
20	1190 2.68	14.74	0.00	2.40	2.40	1.70	9.79	22.522	0.98	
21	1264 2.82	-41.54	0.00	2.70	2.70	1.90	13.85	31.857	1.00	
22	1415 55.26	19.72	0.00	5.80	5.80	4.10	137.92	317.226	0.99	
23	1728 21.90	8.34	0.00	4.30	4.30	3.05	56.39	129.707	0.96	
24	1946 10.29	8.14	0.00	3.30	3.30	2.35	25.59	58.860	0.99	
25	1947 11.14	5.65	0.00	3.40	3.40	2.40	27.74	63.811	1.00	
26	2111 9.68	87.48	0.00	4.35	4.35	3.05	57.71	132.741	0.99	
27	2190 4.57	32.17	0.00	3.10	3.10	2.20	21.14	48.627	0.99	
28	2448 29.85	4.54	0.00	4.75	4.75	3.35	75.58	173.844	0.98	
29	2501 59.29	10.25	0.00	5.95	5.95	4.20	148.69	341.989	0.99	
30	2739 16.47	5.23	0.00	3.90	3.90	2.75	41.83	96.203	0.98	
31	2757 3.37	1.85	0.00	2.30	2.30	1.65	8.73	20.076	0.94	
32	2768 18.00	5.51	0.00	4.05	4.05	2.85	46.75	107.518	0.96	
33	2769 12.23	3.62	0.00	3.55	3.55	2.50	31.51	72.464	0.97	
34	2770 32.25	7.18	0.00	4.90	4.90	3.45	82.83	190.519	0.97	
35	2771 23.18	5.94	0.00	4.40	4.40	3.10	60.02	138.037	0.96	
36	2772 36.58	8.53	0.00	5.10	5.10	3.60	93.64	215.363	0.97	
37	2773 51.31	6.58	0.00	5.65	5.65	4.00	127.69	293.687	1.00	
						Total =	2034.36	4.679.032		

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
 Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
 Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
 Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. > CIMENTACIONES
 - 7.1 Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
 - 7.2 Tabla de dimensiones y esfuerzos
8. PRESUPUESTO
 Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

```
Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0
```

Superficie cubierta = 6702.10 m²
Superficie membrana = 7528.22 m²

Volumen interior = 56063 m³

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

Cargas exteriores finales:

Nieve = 50

Viento = 78.1 km/h

Presión interna= 0.0kg/m2

PROPUESTA

Intensificaión de construcción
Tecnología arquitectónica

Mediciones y Presupuesto
Estructura creada con la función "Malla"

Num.	Partida	Ut	Cantidad	Precio	Total
PRESUPUESTO APROXIMADO			m²	6702.10	1290.58649377.00 €
1	MEMBRANA				
1.1	Superficie neta	m²	7528.22	138.001038894.36 €	
1.2	Sobrante	%	20		207778.87 €
1.3	Metros de soldadura entre patrones	m	0.00	46.00	0.00 €
1.4	Metros de vaina para relinga (perimetro)	m	801.69	69.00	55316.61 €
2	CABLES				
2.1	Cable perimetral (relinga), 6x19-(32mm) Galv	m	3.73	30.67	114.40 €
2.2	Cable perimetral (relinga), 6x19-(32mm) Galv	m	2.25	30.67	69.01 €
2.3	Cable perimetral (relinga), 6x19-(32mm) Galv	m	1.87	30.67	57.35 €
2.4	Cable perimetral (relinga), 6x19-(32mm) Galv	m	1.96	30.67	60.11 €
3	TUBOS				
3.1	Tubo biarticulado Ø400·10_S235	m	13.76	384.72	5293.75 €
3.2	Tubo biarticulado Ø500·15_S235	m	26.04	717.65	18687.61 €
3.3	Tubo biarticulado Ø450·10_S235	m	15.04	434.04	6527.96 €
3.4	Tubo biarticulado Ø500·15_S235	m	18.05	717.65	12953.58 €
3.5	Tubo biarticulado Ø500·15_S235	m	27.15	717.65	19484.20 €
3.6	Tubo biarticulado Ø500·15_S355	m	38.03	717.65	27292.23 €
3.7	Tubo biarticulado Ø500·15_S235	m	22.19	717.65	15924.65 €
3.8	Tubo biarticulado Ø500·15_S235	m	16.22	717.65	11640.28 €
4	CIMENTOS				
4.1	Zapata 1 (Nudo 1) 0.60x0.60x0.80	m³	0.29	110.00	31.90 €
4.2	Zapata 2 (Nudo 2) 0.60x0.60x0.80	m³	0.29	110.00	31.90 €
4.3	Zapata 3 (Nudo 3) 4.75x4.75x3.35	m³	75.58	110.00	8313.80 €
4.4	Zapata 4 (Nudo 9) 5.05x5.05x3.55	m³	90.53	110.00	9958.30 €
4.5	Zapata 5 (Nudo 25) 0.60x0.60x0.80	m³	0.29	110.00	31.90 €
4.6	Zapata 6 (Nudo 97) 3.25x3.25x2.30	m³	24.29	110.00	2671.90 €
4.7	Zapata 7 (Nudo 151) 2.05x2.05x1.45	m³	6.09	110.00	669.90 €
5	PLACAS Y CÚSPIDES				
5.1	Placa de membrana (Nudo 8) (Ø32)	ut	1105755.63	105755.63 €	
5.2	Placa de membrana (Nudo 12) (Ø36)	ut	1116915.63	116915.63 €	
5.3	Placa de membrana (Nudo 20) (Ø32)	ut	1 97753.13	97753.13 €	
5.4	Placa de membrana (Nudo 98) (Ø36)	ut	1127140.00	127140.00 €	
5.5	Placa de membrana (Nudo 161) (Ø50)	ut	1 85115.63	85115.63 €	
5.6	Placa de membrana (Nudo 174) (Ø38)	ut	1140915.63	140915.63 €	
5.7	Placa de membrana (Nudo 196) (Ø34)	ut	1181115.63	181115.63 €	
5.8	Placa de membrana (Nudo 205) (Ø32)	ut	1673815.00	673815.00 €	
5.9	Placa de membrana (Nudo 226) (Ø34)	ut	1197490.00	197490.00 €	

TOTAL8649377.00 €

CÁLCULO

1. CARGAS SUPERFICIALES DE VIENTO Y NIEVE
2. CAMBIO DE MEMBRANA A PTFE
Búsqueda del tipo de membrana apropiado
3. CAMBIO DE CABLES Y TUBOS
Remplazamiento para conseguir un ratio óptimo
4. VARIANTES SEGÚN CARGAS
Diferentes ratios y reacciones según la combinación de cargas
5. CURVAS DE NIVEL
6. DESAGÜE LLUVIA
7. CIMENTACIONES
Diseño de zapatas para anclar los cables exteriores
8. > PRESUPUESTO
Coste económico aproximado de materiales

DATOS WINTESS

Número de nudos = 2773
Número de barras = 7939
Número de tubos = 8
Número de elementos = 5130
Número de cables = 445
Número de geodésicas = 0

Superficie cubierta = 6702.10 m2
Superficie membrana = 7528.22 m2

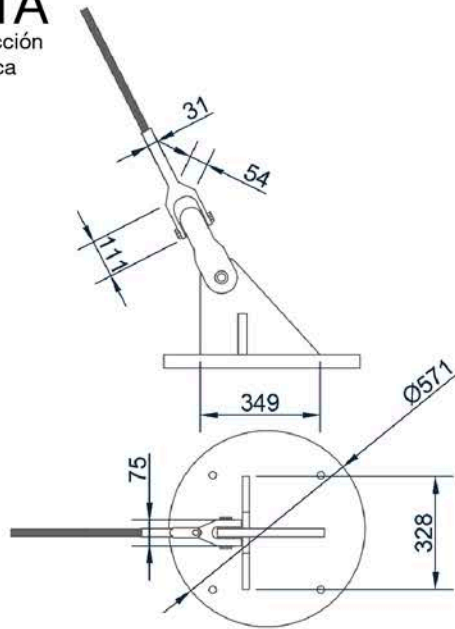
Volumen interior = 56063 m3

Peso de las barras = 34031.61 kg
Peso de la membrana = 8657.45 kg
E membrana = 800.00 T/m

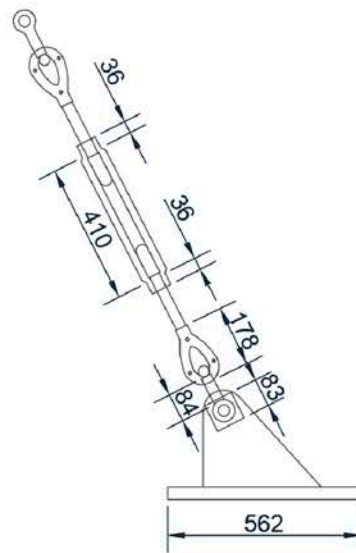
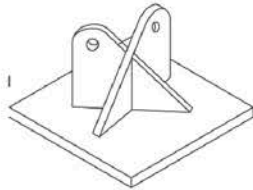
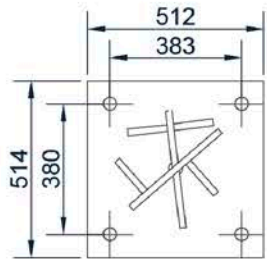
Cargas exteriores finales:
Nieve = 50
Viento = 78.1 km/h
Presión interna= 0.0kg/m2

PROPUESTA

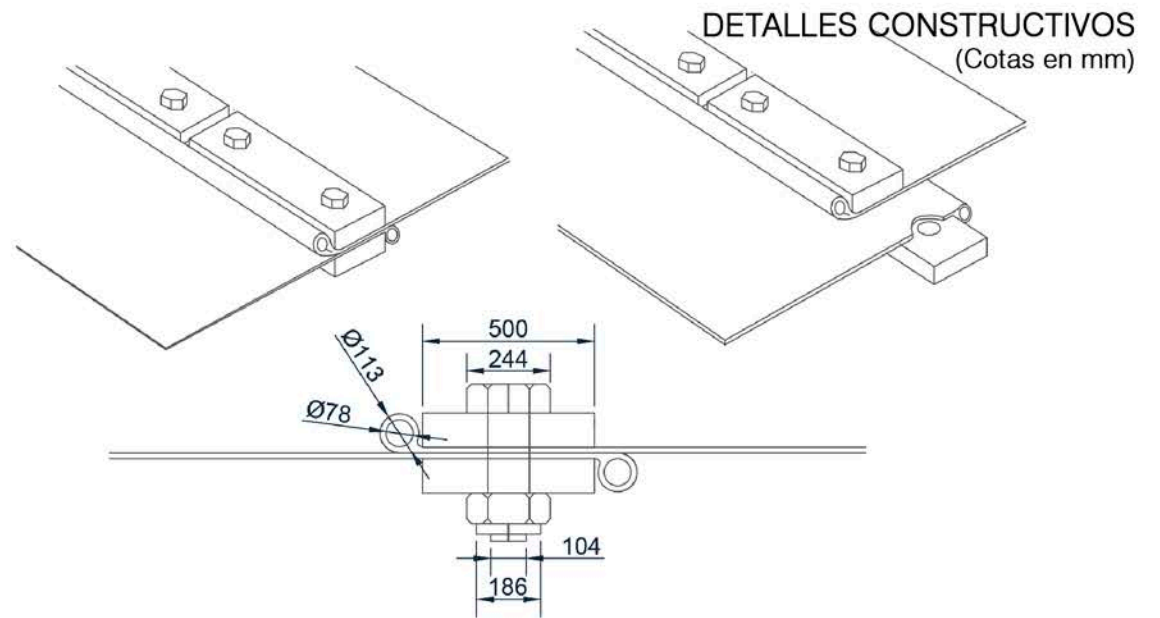
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



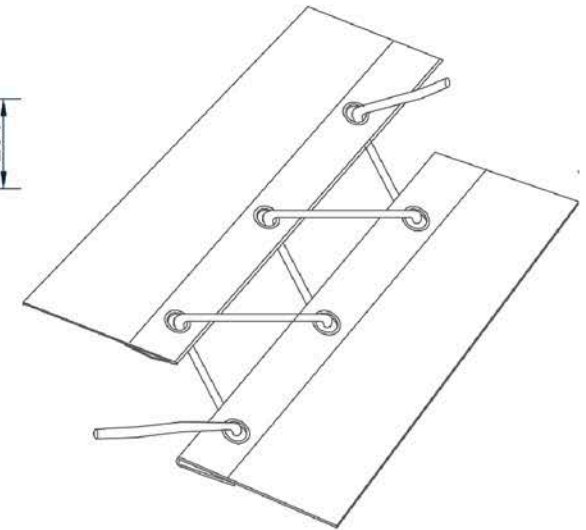
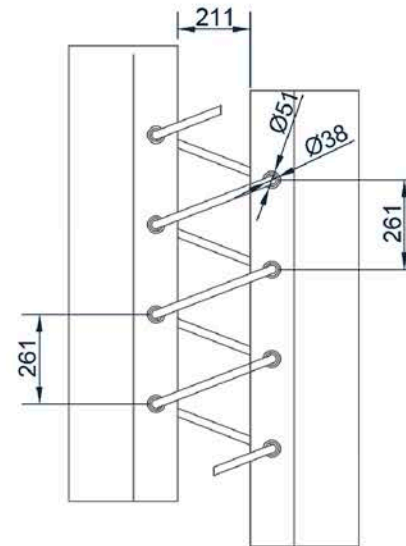
DETALLE 1. Placa para el anclaje del cable con terminación en doble articulación.



DETALLE 2. Placa única para el anclaje de dos cables articulados. Variante de Fig 1.



DETALLE 3. Unión de dos partes de la tela estructural mediante pletinas con ollaos grandes para permitir la presión entre ambas partes.



DETALLE 4. Unión de dos partes de la tela estructural atado con lazos.

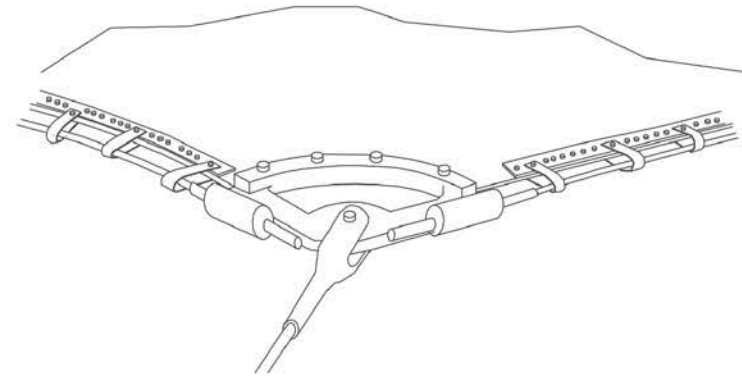
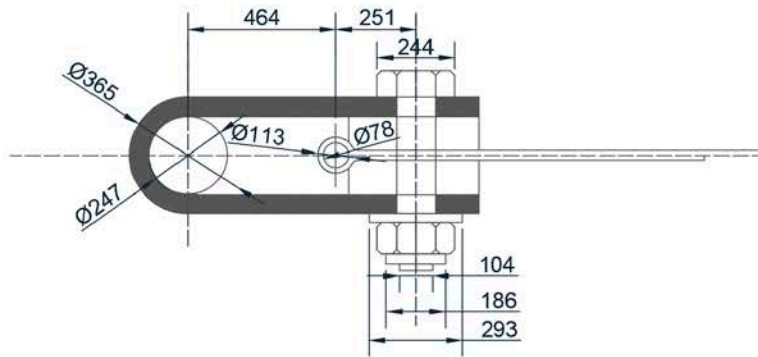
PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica

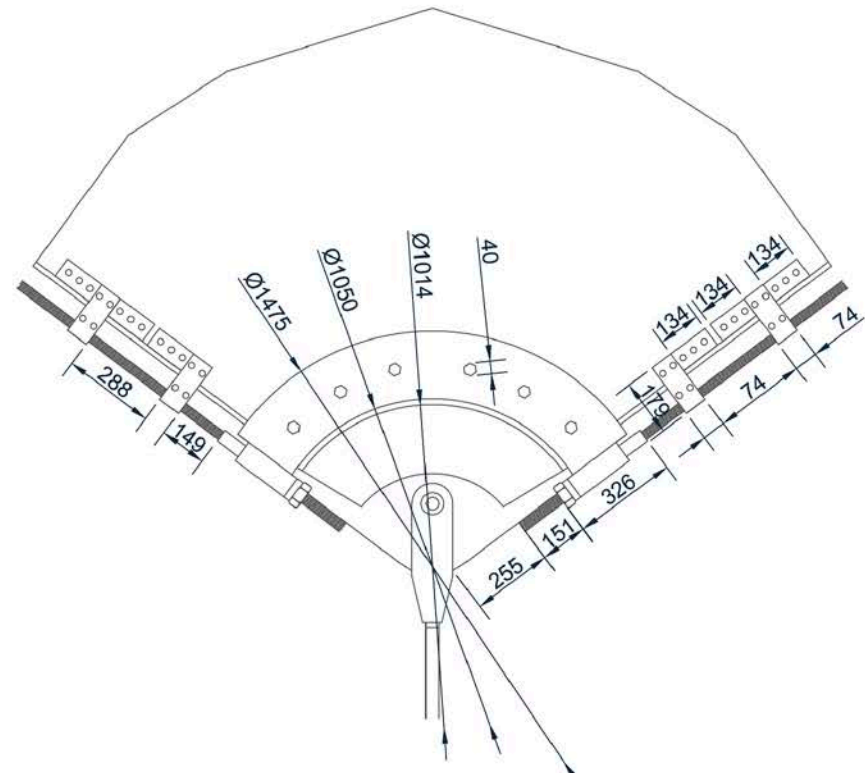
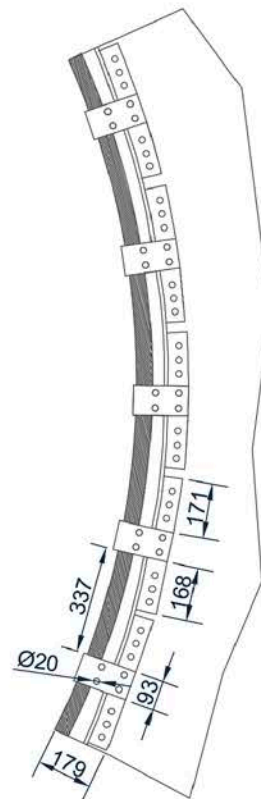
DETALLES CONSTRUCTIVOS

(Cotas en mm)

DETALLE 5. Tela unida a la pletina de puño mediante la relinga, los cables de borde son ajustables y se unen a la membrana con pletinas plegadas

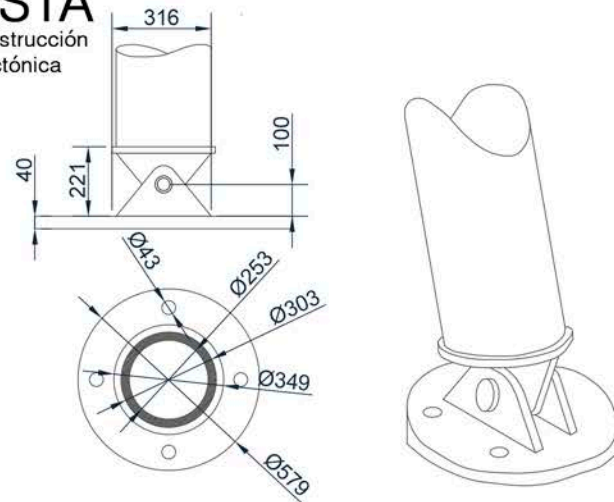


Teatro Auditorio Camp de Mart - Tarragona

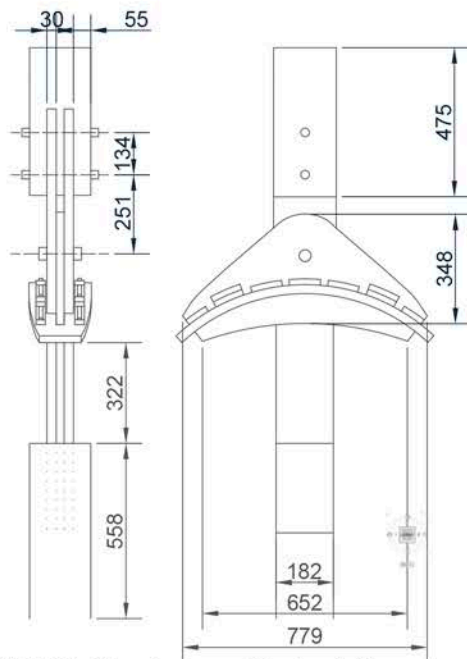


PROPUESTA

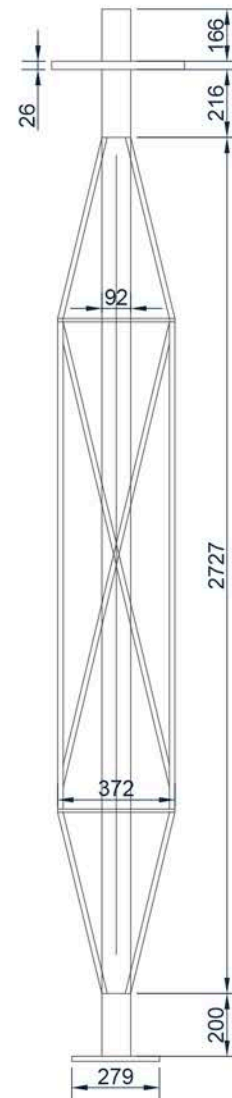
Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



DETALLE 6. Placa de apoyo del mástil articulado.

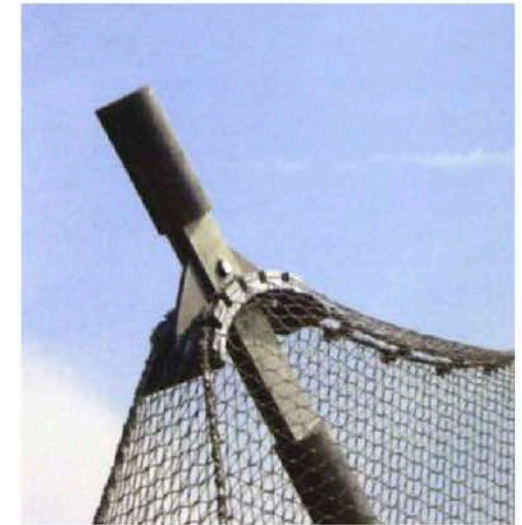


DETALLE 7. Tipo de coronación de mástil.



DETALLE 8. Esquema del mástil principal.

DETALLES CONSTRUCTIVOS (Cotas en mm)



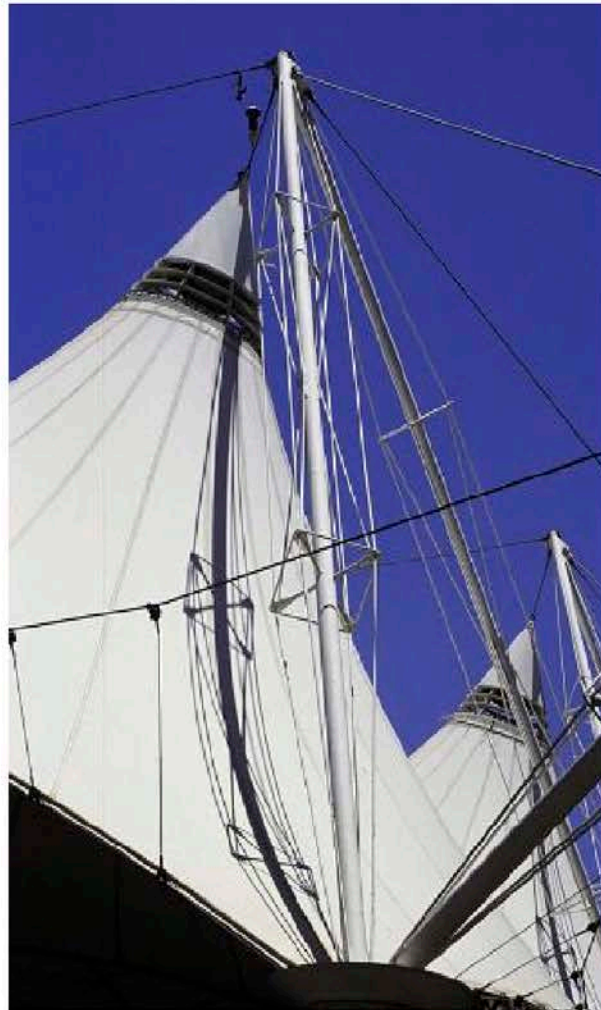
Ejemplo de coronación de mástil: Krefelder Zoo.



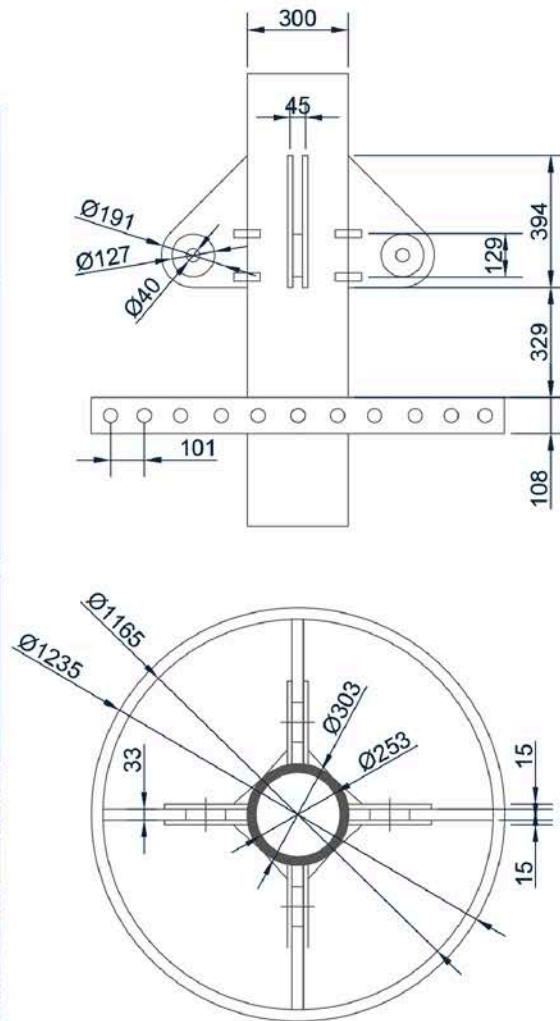
La Collugada - Pabellón Conmemorativo de Zaragoza

PROPUESTA

Intensificación de construcción
Tecnología arquitectónica



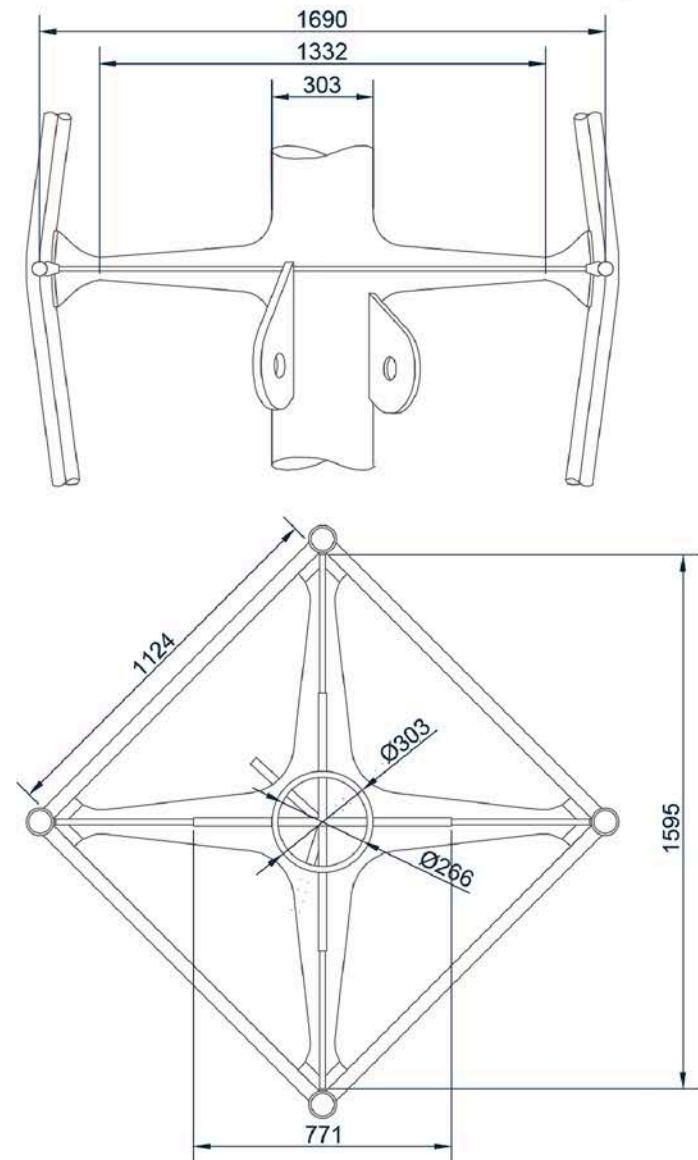
Palacio de Festivales del Palenque - Sevilla



DETALLE 9 Coronación del mástil con poleas y anillo para la tensión de la tela

DETALLES CONSTRUCTIVOS

(Cotas en mm)



DETALLE 10. Planta y sección del mástil principal.

INTENSIFICACIÓN EN CONSTRUCCIÓN Y TECNOLOGÍA ARQUITECTÓNICAS

Agradecimientos al Prof. Juan MONJO_Tutor del proyecto (E.T.S de Arquitectura de Madrid) y
a Prof. Ramón SASTRE_Creador de WinTess3 (E.T.S. de Arquitectura del Vallès (Barcelona))

LÓPEZ GÓMEZ, ALBA
PANIAGUA PADILLA, DIEGO
RUIZ ANDRÉS, LUIS